

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М. В. ЛОМОНОСОВА

ТРУДЫ ФАКУЛЬТЕТА
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

И

ИНФОРМАТИКА

№ 74

Под редакцией
проф. А.С. Крылова



МОСКВА – 2023

УДК 519.6+517.958

ББК 22.19

П75



<https://elibrary.ru/rdromi>

*Печатается по решению Ученого Совета
факультета вычислительной математики и кибернетики
МГУ имени М. В. Ломоносова*

Рецензент:

М.В. Федотов – к.ф.-м.н., доцент, факультет ВМК
МГУ имени М. В. Ломоносова, кафедра математической физики

Прикладная математика и информатика : Труды факультета
П75 ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова / Под ред. А. С. Крылова. –
Москва : МАКС Пресс, 2023. – 116 с. – (Труды факультета ВМК
МГУ имени М. В. Ломоносова; № 74)
ISBN 978-5-317-07115-8

В труды факультета ВМК включены работы по темам:
– математическое моделирование;
– информатика.

В этих публикациях нашли отражение исследования ученых факультета по актуальным проблемам прикладной математики, выполненные в рамках основных научных направлений факультета. Для студентов, аспирантов и специалистов в области вычислительной математики и математической физики.

Ключевые слова: вычислительная математика, информатика, прикладная математика, математическая физика, математическое моделирование, обратные задачи, теория управления, методы обработки изображений.

УДК 519.6+517.958

ББК 22.19

The works of faculty CMC contain studies on subjects:

– mathematical modeling;
– informatics.

The presented publications reflect the researches of the faculty scientists in topical problems of applied mathematics. They are intended for the students, post-graduate students and specialists in the field of computational mathematics and mathematical physics.

Key words: computational mathematics, informatics, applied mathematics, mathematical physics, mathematical modeling, inverse problems, control theory, computer imaging.

ISBN 978-5-317-07115-8

© Факультет вычислительной математики
и кибернетики МГУ имени М.В. Ломоносова, 2023
© Оформление. МАКС Пресс, 2023

Раздел I. Математическое моделирование

- Васильев Г.П., Песков Н.В., Лысак Т.М., Колесова М.В.*** 4
Алгоритм управления вентиляцией в тоннеле метро на основе модели теплового баланса
- Морозов В.В., Романов С.И.*** Задача об оптимальном назначении 19
как кооперативная игра
- Дородницын Л.В.*** Корреляционный тензор функции тока как 27
основа моделирования анизотропной турбулентности с заданными статистическими параметрами
- Зыкова М.А., Лопушенко В.В.*** Математическая модель дифракции 51
на основе интегральных уравнений в спектральной области

Раздел II. Информатика

- Локишин Н.Д., Хвостиков А.В., Крылов А.С.*** Методы 63
генеративной аугментации для задачи анализа гистологических изображений в условиях ограниченного количества данных
- Устюжанин А.О., Китов В.В.*** Стилизация изображений с 73
учётом пространственной информации
- Дьяконов А.Г., Головина А.М.*** Поиск закономерностей и 91
важности признаков в данных виктимизационного опроса

УДК 519.633.6:004.942+624.195+697.95

Васильев Г.П., Песков Н.В., Лысак Т.М., Колесова М.В. Алгоритм управления вентиляцией в тоннеле метро на основе модели теплового баланса // Прикладная математика и информатика №74, М.: Изд-во факультета ВМК МГУ; МАКС Пресс, 2023.

На основе разработанной авторами модели теплового баланса для системы два параллельных тоннеля метро – окружающий грунт предложен алгоритм, позволяющий в режиме реального времени по метеорологическим данным и данным об интенсивности движения поездов определять режим вентиляции, обеспечивающий комфортную температуру воздуха в тоннеле. Наша модель учитывает сезонные колебания температуры атмосферного воздуха; теплообмен на поверхности земли; генерацию тепла в тоннеле и механическую вентиляцию. Для реальных параметров функционирования московского метро и типового климатического года московского региона приведены результаты математического моделирования, демонстрирующие эффективность предложенного алгоритма. Показано, что алгоритм существенно уменьшает амплитуду сезонных колебаний температуры воздуха в тоннеле, приближая ее значение к оптимальному.

Библиогр.: 19 назв., Ил.: 8., Табл. 4.

Ключевые слова: тоннели метро, модель теплового баланса, вентиляция, типовой климатический год, численное моделирование

УДК 519.832

Морозов В.В., Романов С.И. Задача об оптимальном назначении как кооперативная игра // Прикладная математика и информатика № 74, М.: Изд-во факультета ВМК МГУ; МАКС Пресс, 2023.

Рассматривается задача об оптимальном распределении рабочими работ по станкам. Рабочие могут обмениваться станками с целью экономии суммарного времени выполнения работ по сравнению первоначальным их распределением. Доказано, что соответствующая кооперативная игра имеет непустое s -ядро и является вполне сбалансированной. На основе венгерского метода решения задачи о назначении сформулирован алгоритм построения дележа из s -ядра. В случае целочисленной характеристической функции алгоритм строит дележ из s -ядра с целыми компонентами. Этот результат обобщается на случай произвольных вполне сбалансированных игр трех и четырех лиц, а также для симметрических игр.

Библиогр.: 9 назв.

Ключевые слова: задача об оптимальном назначении, ядро кооперативной игры, венгерский метод, ориентированный мультиграф.

УДК 519.219.2, 519.245, 532.517.45

Дородницын Л.В. Корреляционный тензор функции тока как основа моделирования анизотропной турбулентности с заданными статистическими параметрами // Прикладная математика и информатика № 74, М.: Изд-во факультета ВМК МГУ; МАКС Пресс, 2023.

Исследование направлено на численное моделирование турбулентных течений с использованием искусственно сгенерированного случайного поля. Предлагается многопараметрическая модель спектрального тензора ковариаций функции тока, воспроизводящего важнейшие физические характеристики трехмерного анизотропного турбулентного поля – несжимаемость и количественные значения рейнольдсовых напряжений и масштабов турбулентности, получаемые из предварительного расчета. Продемонстрирована адаптация известных методов генерации турбулентного поля скоростей к использованию заданного тензора.

Библиогр.: 27 назв., Ил.: 0, Табл.: 0.

Ключевые слова: синтетическая турбулентность, анизотропная турбулентность, стохастическое моделирование, корреляции случайного поля.

УДК 51-73, 519.63, 519.64, 535.4

Зыкова М.А., Лопушанко В.В. Математическая модель дифракции на основе интегральных уравнений в спектральной области // Прикладная математика и информатика № 74, М.: Изд-во факультета ВМК МГУ; МАКС Пресс, 2023.

Рассматривается метод решения объёмного интегрального уравнения дифракции с переходом в область пространственных частот. Для случая рассеивателя эллипсоидальной формы, расположенного в свободном пространстве, с помощью трехмерного преобразования Фурье получено интегральное уравнение в спектральных переменных и выписаны аналитические представления для всех входящих в него функций. В отличие от классической схемы выделения особенности, применяемой при решении уравнения в пространственных переменных, в численной схеме предложенного метода используется подход, основанный на построении «эквивалентной» функции Грина. В работе получено аналитическое представление для Фурье-образа такой функции и показано, что она не имеет особенности. Дискретизация интегрального уравнения выполнена на основе теоремы Котельникова с отбрасыванием высокочастотных слагаемых. Полученная система линейных алгебраических уравнений решалась итерационным методом с применением быстрых алгоритмов вычисления дискретных свёрток. С помощью разработанного численного метода была построена диаграмма рассеяния однородного и слоистого

диэлектрического сфероида. Показано, что диаграмма может быть вычислена без дополнительных преобразований непосредственно из решения интегрального уравнения.

Библиогр.: 27 назв., Ил.: 3.

Ключевые слова: интегральные уравнения, дифракция, преобразование Фурье, теорема отсчетов, диаграмма рассеяния.

УДК 519.6+004.891.3+616-018

Локишин Н.Д., Хвостиков А.В., Крылов А.С. Методы генеративной аугментации для задачи анализа гистологических изображений в условиях ограниченного количества данных // Прикладная математика и информатика № 74, М.: Изд-во факультета ВМК МГУ; МАКС Пресс, 2023.

Известно, что нейронные сети уязвимы к адверсативным атакам - изображениям с тщательно сгенерированными адверсативными возмущениями, которые незаметны человеческому глазу. В задачах, связанных с медициной, это может представлять серьезную угрозу для прогнозирования, основанного на методах с использованием глубоких нейронных сетей. В этой статье предлагается метод для аугментации обучающего набора данных гистологических изображений с использованием слабых адверсативных атак и демонстрируется повышение точности обученного таким образом нейросетевого классификатора на чистом тестовом наборе данных. При обучении на чистом наборе обучающих данных нейронная сеть достигает точности 90,65 на чистом тестовом наборе и точности 93,56 на том же тестовом наборе при обучении с использованием предложенного метода аугментации.

Библиогр.: 23 назв., Ил.: 5, Табл.: 1.

Ключевые слова: Слабые адверсативные атаки, Глубокое обучение, Классификация изображений, гистология, распознавание тканей.

УДК 519.6

Устюжанин А.О., Китов В.В. Стилизация изображений с учётом пространственной информации // Прикладная математика и информатика № 74, М.: Изд-во факультета ВМК МГУ; МАКС Пресс, 2023.

Задача стилизации изображений заключается в автоматической нейросетевой перерисовке изображения с некоторым контентом (например, семейного фото) в стиле, задаваемым другим изображением (например, картиной Ван-Гога), что находит применения в рекламе, дизайне, индустрии развлечений и других областях. Основные алгоритмы стилизации извлекают и накладывают стиль равномерно, что лишает результата стилизации выразительности и не соответствует реальной работе художников, которые используют стиль по-разному для разных

объектов на изображении, таким как портрет человека и фоновые объекты. В работе предлагается улучшенный алгоритм стилизации изображений за счет неравномерного наложения стиля: стилевое и контентное изображение разбиваются на области, затем каждая область контента стилизуется стилем из наиболее подходящих областей стилового изображения. Улучшения предложенного метода по сравнению с существующими аналогами показываются на качественном уровне, а также путем опросов респондентов, от которых требовалось выбирать наилучшую стилизацию среди стилизаций разными методами в случайном порядке.

Библиогр.: 18 назв. Ил.: 10. Табл.: 1.

Ключевые слова: компьютерное зрение, обработка изображений, нейронная сеть, перенос стиля.

УДК 519.7

Дьяконов А.Г., Головина А.М. Поиск закономерностей и важности признаков в данных виктимизационного опроса //Прикладная математика и информатика № 74, М.: Изд-во факультета ВМК МГУ; МАКС Пресс, 2023.

Описана методика поиска закономерностей с помощью решения задач машинного обучения с учителем, которая применялась при анализе данных национального виктимизационного опроса. Найдены важные признаки для моделей машинного обучения, интересные закономерности и несоответствия в данных. Описаны эксперименты по оцениванию важностей признаков разными методами.

Библиогр.: 19 назв., Ил.: 5., Табл. 3.

Ключевые слова: анализ данных, закономерность, важность признаков, дерево решений, случайный лес.

*Труды
факультета вычислительной математики и кибернетики*

Научное издание

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА
И ИНФОРМАТИКА
№ 74

Под редакцией проф. А. С. Крылова

Издательство «МАКС Пресс»
Главный редактор: *Е. М. Бугачева*

Отпечатано с готового оригинал-макета
Подписано в печать 21.12.2023 г.
Формат 60х90 1/16. Усл.печ.л. 7,25. Тираж 60 экз. Заказ 209.

Издательство ООО «МАКС Пресс»
Лицензия ИД N00510 от 01.12.99 г.
119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы,
МГУ им. М. В. Ломоносова, 2-й учебный корпус, 527 к.
Тел. 8(495) 939–3890/91. Тел./Факс 8(495) 939–3891.

Отпечатано в полном соответствии с качеством
предоставленных материалов в ООО «Фотоэксперт»
109316, г. Москва, Волгоградский проспект, д. 42,
корп. 5, эт. 1, пом. I, ком. 6.3-23Н