

ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

д. ф.-м. н., профессор Шумилов Борис Михайлович, эксперт Диссертационного совета Д 05.23.689 при КГУ им. И.Арабаева и КГТУ им. И.Раззакова по диссертационной работе Сабитова Баратбека Рахмановича на тему «Искусственный интеллект в задачах цифрового сельского хозяйства» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.16 – применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях (по отраслям науки), рассмотрев представленную соискателем диссертацию, пришел к следующему заключению:

1. Соответствие работы специальности 05.13.16, по которой Диссертационному совету дано право принимать диссертации к защите.

Тема докторской диссертации, цель и задачи и ее содержание полностью соответствуют профилю Диссертационного совета и паспорту специальности 05.13.16 – применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях (по отраслям науки). Работа отвечает пунктам 1, 3, 4 паспорта данной специальности.

Актуальность темы диссертации обоснована во введении к диссертации и соответствует требованиям НАК КР, предъявляемым к докторским диссертациям.

2. Цель и задачи исследования. Цель исследования заключается в построении и широком использовании современных методов искусственного интеллекта применительно к задачам сельского хозяйства. Кыргызская республика является аграрной страной, и решение проблем поддержки сельского хозяйства с использованием достижений науки и современных компьютерных технологии является актуальной задачей на сегодня. Для достижения поставленной цели автором диссертации решены следующие задачи:

- впервые обоснована возможность прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур с применением технологии машинного обучения;

- на базе алгоритмов машинного обучения построены новые классы линейных и нелинейных моделей для решения задач сельского хозяйства;

- на ряде рассмотренных примеров показана результативность выявления основных характеристик и признаков для построения моделей и прогнозирования;

- исследованы обобщающие результаты применения алгоритмов машинного обучения для задач регрессии, случайного леса, градиентного бустинга в виде графического представления, например по показателю урожайности картофеля по региону в целом;

- показана интенсивность скопления результатов алгоритмов машинного обучения вокруг линии регрессии, построены модели с наилучшей производительностью для оценки точности, средняя абсолютная ошибка MAPE = 10.19%;

- показана эффективность методов случайного леса, метода опорных векторов, градиентного бустинга для прогнозирования различных категорий сельскохозяйственного производства;

- впервые получены результаты применения ансамблевых методов к задачам прогнозирования урожайности;

- визуализирована производительность методов Лассо и Риджа для прогноза урожайности; реализованы продвинутые алгоритмы машинного обучения: метод опорных векторов, K-ближайших соседей, варианты градиентного бустинга и случайного леса;

- с помощью методов машинного обучения выявлены некоторые скрытые особенности факторов, влияющих на урожайность для выбранного региона, в том числе, влияние изменения климата и применения пестицидов;

- проведен сбор климатических и сельскохозяйственных параметров для конкретного региона (в качестве региона исследования была выбрана Иссык-Кульская область) при построении моделей с расширенными диапазонами и категориями для прогнозирования;

- показана корреляционная связь климатических параметров и урожайности для некоторых культур.

3. Научная новизна полученных результатов

В диссертации представлены результаты, полученные автором с применением нового направления в цифровом сельском хозяйстве – технологий искусственного интеллекта:

- на основе глубокого обучения (Deep Learning), которое представляет собой набор алгоритмов машинного обучения, построены различные модели по выявлению высокоуровневых абстракций в данных;
- при построении моделей использованы и проанализированы различные архитектуры сверточных нейронных сетей, состоящие из множества нелинейных преобразований;
- с применением технологий глубокого обучения и компьютерного зрения впервые рассмотрены и решены задачи классификации и идентификации болезней сельскохозяйственных культур;
- на основе моделей, полученных с помощью алгоритмов глубокого обучения и основанных на них фреймворков Python, впервые построены искусственные интеллекты с развертыванием в веб-системы по распознаванию болезней различных сельскохозяйственных растений.

Данные результаты реализованы в виде программных модулей в среде программирования Jupyter системы Anaconda, с использованием технологий Python.

4. Практическая значимость полученных результатов.

- С применением современных технологий машинного обучения, как-то, регрессионный анализ, дерево решений, случайный лес и градиентный бустинг получены и апробированы различные модели урожайности;
- показана эффективность методов машинного обучения для количественной и качественной оценки прогнозирования урожайности;
- построены модели глубокого обучения на основе трансферного обучения с использованием публичных дата-сетов больших данных по выявлению болезней сельскохозяйственных растений;
- построены искусственные интеллекты по распознаванию болезней растений на базе фреймворков Python.

5. Соответствие автореферата содержанию диссертации. В автореферате диссертации полностью отражены полученные результаты, основные задачи и выполненные исследования по построению моделей для прогнозирования и построения искусственного интеллекта на основе машинного и глубокого обучения.

6. Полнота публикаций по теме диссертаций. В период выполнения диссертации автором опубликовано 29 научных статей, в том числе 1 статья в Web of Science, 2 статьи в Scopus и 12 статей в РИНЦ, а также в журналах, входящих в РИНЦ и НАК КР.

7. Замечания. По диссертации имеются следующие замечания:

1. Тексты диссертации и автореферата нуждаются в редактировании, необходимо устранить присутствующие в них грамматические и стилистические ошибки; в некоторых частях текста легко угадываются неудачные переводы с англоязычных источников.
2. Отсутствует список использованных обозначений и сокращений, особенно англоязычных, с их переводом на русский язык.
3. Злоупотребление англоязычными таблицами – следует приводить название метода, рассмотренного и обоснованного в диссертации, и только потом можно указать фирму-производителя.
4. Очевидно, что современные методы искусственного интеллекта представляют собой актуальный пример высоко математически насыщенной отрасли знания, требующей для адекватного применения высокой математической культуры автора; тем более, хотелось бы в диссертации, претендующей на квалификацию доктора физико-математических наук, видеть вслед за описанием предметной области исследования – собственно, проблематики цифрового сельского хозяйства, развернутое математическое описание применяемого математического аппарата, включая новые его компоненты, разработанные в диссертации – методологию трансферного обучения моделей искусственного интеллекта с целью снижения вычислительных и временных затрат на построение

моделей; построение и обоснование регуляризирующих алгоритмов с целью уменьшения эффекта переобучения моделей в задачах прогнозирования сельскохозяйственного производства, взятие выпуклой комбинации изображений для размножения исходного набора данных с целью предотвращения переобучения моделей компьютерного зрения. А не оставлять это описание до заключительной 4-й главы (где-то на уровне Приложения?). Возможно, это помогло бы избежать и многочисленных случаев дублирования строк и предложений диссертации.

5. Наконец, немаловажным обстоятельством считаю отсутствие государственного языка в интерфейсе представленных веб-приложений.

Однако, указанные замечания не снижают научной ценности диссертационной работы.

8. Предложения и рекомендации.

В качестве первого официального оппонента предлагаю утвердить члена Диссертационного совета д.ф.-м.н., профессора Томского государственного архитектурно-строительного университета Шумилова Бориса Михайловича. Вторым и третьим официальными оппонентами предлагаю подобрать наиболее признанных ученых из сторонних вузов или даже соседних стран.

Ведущей организацией предлагаю назначить кафедру «Прикладная информатика и программирование» технологического факультета Таразского регионального университета им. М.Х.Дулати.

9. Заключение.

По результатам проведенной экспертизы можно сделать следующие выводы. Тему диссертации отличают актуальность и новизна, решены важные практические вопросы по моделированию и прогнозированию задач сельского хозяйства с применением современных технологий машинного и глубокого обучения, которые приведут к несомненному экономическому эффекту для отрасли сельского хозяйства КР. Число публикаций и их качество соответствуют необходимым требованиям для защиты докторских диссертаций.

Исходя из вышеизложенной экспертизы, считаю, что представленная работа полностью соответствует всем требованиям НАК КР, которые предъявляются к докторским диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.16 – применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях (по отраслям науки).

10. Эксперт Диссертационного совета, рассмотрев представленную работу и необходимые документы, рекомендует Диссертационному совету Д 05.23.689 при КГУ им. И.Арабаева и КГТУ им. И.Раззакова принять к защите диссертацию соискателя Сабитова Баратбека Рахмановича на тему «Искусственный интеллект в задачах цифрового сельского хозяйства» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.16 – применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях (по отраслям науки).

Эксперт

д.ф.-м.н, профессор

Шумилов Б.М.

Подпись Шумилова Б.М. удостоверяю:

Начальник отдела

делопроизводства

«08» апреля 2024 г.



Подпись Шумилова Б.М. удостоверено. Зр. секретарь Жаубенова Н.О.
Д. 05.23.689
И. АРАБАЕВ атындагы КЫРГЫЗ МАМЛЕКЕТТИК УНИВЕРСИТЕТИ.
КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им И. АРАБАЕВА
КОД ТАМГАСЫН ТАСТЫКТАЙМЫН
ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ