

УТВЕРЖДАЮ

Ректор
Федерального государственного
бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Воронежский государственный
технический университет»
д-р техн. наук, профессор

С.А. Колодяжный

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию кандидата технических наук
Масича Игоря Сергеевича на тему «Метод оптимальных логических решающих
правил для классификации объектов», представленную на
соискание ученой степени доктора технических наук по специальности
05.13.01 — Системный анализ, управление и обработка информации
(космические и информационные технологии)



Актуальность диссертации для науки и практики

В диссертации Масича И.С. решена актуальная проблема нахождения оптимальных логических решающих правил на основе опытных данных и их использования для поддержки принятия решений при классификации объектов. Использование логических решающих правил для целей классификации позволяет обосновывать и интерпретировать результаты распознавания, опираясь на набор правил, из которого состоит классификатор. Нахождение оптимальных правил или закономерностей в данных приводит к повышению обобщающей способности отдельных правил и уменьшению числа правил, необходимых для построения классификатора. Дефицит таких методов обусловлен тем, что методы, разработанные в рамках теории распознавания, в основном нацелены на получение точного результата, а не на его доказательность и интерпретацию классификатора, а существующие логические алгоритмы классификации основаны, как правило, на жадных алгоритмах и направлены на быстрое получение приближенного решения, что негативно отражается на обобщающей способности получаемых логических правил. Развитие алгоритмов классификации, основанных на правилах, позволяет решать прикладные задачи, требующие обоснования решения и интерпретации результатов, с высокой точностью.

Основные научные и практические результаты

Результаты исследования дополняют арсенал логических алгоритмов классификации и создают основу для синтеза новых систем поддержки принятия решений при распознавании и прогнозировании. Наиболее важным преимуществом таких систем является способность интерпретировать получаемые решения и обосновывать даваемые рекомендации. Зачастую, как показывает практика, наличие таких возможностей является первостепенным для работы пользователя при решении задач распознавания и прогнозирования.

Разработаны алгоритмы формирования логических решающих правил, оптимальных по критериям простоты, доказательности и избирательности по отношению к обучающей выборке данных. Предложен способ классификации объектов на основе совместного использования сильных первичных и сильных охватывающих закономерностей. Пополнен арсенал алгоритмов комбинаторной оптимизации.

Полученные результаты способны качественно повысить уровень решения задач распознавания и прогнозирования в различных областях деятельности, особенно там, где решение, принимаемое по результатам работы системы распознавания, должно быть обосновано, а цена ошибки может быть велика.

Научная новизна

Результаты, полученные в диссертации, а именно — предложенные оптимизационные модели для выявления закономерностей в данных и алгоритмы оптимизации для поиска оптимальных закономерностей, в совокупности составляющие метод, названный автором методом оптимальных логических решающих правил, — являются новыми и получены лично автором.

Наиболее значимым из новых результатов представляется предлагаемый подход к решению задачи распознавания, заключающийся в использовании одновременно различных видов закономерностей – сильных первичных и сильных охватывающих. Данный подход позволяет уменьшить число нераспознанных наблюдений (по сравнению с использованием одних охватывающих закономерностей), повысить точность распознавания (по сравнению с использованием одних первичных закономерностей) и даёт возможность более детально оценить уровень надёжности результата распознавания за счёт уточнённой схемы принятия решения, использующей информацию о числе и виде закономерностей, покрывающих наблюдение.

Разработанный автором новый алгоритм условной оптимизации монотонных псевдобулевых функций, основанный на схеме метода ветвей и

границ и поиске по граничным точкам допустимой области, имеет самостоятельную ценность, проявляющуюся в значительно более высокой производительности в сравнении с известными методами при решении рассматриваемого класса задач оптимизации с алгоритмически заданными функциями (оптимизация черного ящика).

Построенные новые оптимизационные модели обеспечивают поиск закономерностей, максимальных по рассматриваемым отношениям простоты, доказательности и избирательности. Также предлагается использовать модель оптимизации для назначения порогов при бинаризации вещественных признаков, что обеспечивает нахождение оптимального размещения порогов вещественных признаков. Использование предлагаемой модели оптимизации для назначения порогов является существенным улучшением при анализе опытных данных, описываемых разнотипными признаками, и приводит к повышению покрытий отдельных закономерностей и повышению точности классификатора.

Кроме того, предлагается способ повышения интерпретируемости классификатора, основанного на правилах, состоящего в применении новых моделей и алгоритмов, который позволяет повысить обобщающую способность отдельных правил и уменьшить общее их число, что, в конечном счете, позволяет получать компактный классификатор.

Автором использован инструментарий целого ряда различных технических научных дисциплин, что позволило получить совокупность новых результатов, совместное применение которых позволяет решить поставленную задачу классификации электрорадиоизделий по производственным партиям на основе текущих и ретроспективных данных тестовых испытаний и внедрить разработанный метод классификации в действующее производство. В результате разработан новый метод классификации электрорадиоизделий, предназначенных для комплектации систем космических аппаратов, с использованием имеющегося испытательного оборудования и системы интеллектуального анализа данных на базе предложенного метода оптимальных логических решающих правил, позволяющий, кроме отбраковки, оценивать состав партий ЭРИ по условиям производства.

Практическое значение и рекомендации по внедрению

Полученные результаты внедрены в виде автоматизированной системы на АО «Испытательный Технический Центр — НПО ПМ», что позволило запустить производство продукции нового уровня качества.

Приоритет разработок автора в данной области подтверждается

свидетельством о государственной регистрации программ для ЭВМ и актом о внедрении.

Практические результаты диссертационной работы рекомендуются к непосредственному применению на соответствующих производствах. Так, метод автоматической группировки электрорадиоизделий по производственным партиям по данным неразрушающих тестовых испытаний, разработанный с применением метода оптимальных логических решающих правил, рекомендуется к использованию в организациях, специализирующихся на проведении работ по дополнительным испытаниям электрорадиоизделий космического применения, а также на предприятиях-изготовителях электронной продукции космического применения на этапе контроля выпускаемой продукции. Целесообразным и перспективным представляется исследование применимости метода оптимальных логических решающих правил при разработке аналогичных систем контроля качества продукции на других производствах со специальными требованиями к качеству продукции, существенно превосходящими требования действующих стандартов и регламентов.

Замечания по диссертационной работе

1. В тексте диссертационной работы использованы одинаковые обозначения для различных величин, например, x в одном месте обозначает значение признака, а в другом – характеристическую переменную в задаче оптимизации, K – в одной главе обозначает выборку данных, а в другой подкуб.
2. Автору следовало бы более детально на практической задаче продемонстрировать преимущества нового подхода с использованием пар (первичной и охватывающей) закономерностей.
3. В диссертации не приведена в явном виде и не обоснована верхняя граница объема входных данных решаемых задач.
4. В диссертации ничего не сказано об аналитическом исследовании эффективности предлагаемого алгоритма оптимизации, изложенного в главе 5.
5. Из описания оптимизационной модели для поиска наименьшего числа порогов не ясно, каким образом предлагаемая модель обеспечивает робастность дискретизации при бинаризации вещественных признаков.
6. В 4 главе приводятся новые алгоритмы поиска пары закономерностей, но в итоге не понятно, какой из них лучше применять при решении практических задач.
7. При описании предлагаемого метода не рассматривается проблема переобучения, которая свойственна многим алгоритмам автоматического

обучения, и как она решается в случае возникновения при решении практических задач.

8. В описании задачи прогнозирования осложнений инфаркта миокарда указано, что в исходных данных много пропущенных значений. Но при этом отсутствуют пояснения, каким образом предлагаемый метод работает с пропусками в данных.

Заключение по диссертационной работе

Замечания не снижают общей положительной оценки работы. Диссертация Масича И.С. является научно-квалификационной работой, изложенные в которой теоретические положения о способах построения логических решающих правил для классификации объектов можно охарактеризовать как научное достижение в области методов классификации и оптимизации. Изложенные теоретические положения и практические рекомендации позволяют решить проблему нахождения оптимальных логических решающих правил на основе опытных данных и их использования для поддержки принятия решений при классификации объектов. Прочие научные результаты, отраженные в диссертационной работе, имеют существенное значение для науки и практики в области теории распознавания, анализа данных, псевдобулевой оптимизации. Работа выполнена автором самостоятельно и на высоком уровне.

Достоверность достигнутых результатов подтверждается проведением большого количества вычислительных экспериментов на разнообразных выборках при различных постановках задач, а также практическим внедрением результатов в производство. Результаты не противоречат общепринятым в теории распознавания теоретическим положениям.

Диссертационная работа с приложениями изложена на 261 странице машинописного текста, состоит из введения, шести глав, заключения, списка литературных источников. Стил ь изложения материала ясный, качество оформления работы высокое. Основные результаты исследований опубликованы в 37 работах автора в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Работа целиком посвящена разработке методов и алгоритмов решения задач оптимизации, принятия решений и обработки информации: анализа данных, псевдобулевой оптимизации и поддержки принятия решений при распознавании. Следовательно, работа полностью соответствует пункту 4 Паспорта специальности 05.13.01 - Системный анализ, управление и обработка информации.

Автореферат полностью соответствует основному содержанию

диссертации.

Работа отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор - Масич Игорь Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 - Системный анализ, управление и обработка информации (космические и информационные технологии).

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры «Системы автоматизированного проектирования и информационные системы» ВГТУ (протокол № 1 от «02» сентября 2019 г.), присутствовали 14 человек.

Заведующий кафедрой «Системы автоматизированного проектирования и информационные системы»

Воронежского государственного технического университета

Заслуженный деятель науки Российской Федерации,

доктор технических наук, профессор

Львович Яков Евсеевич

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

394026, Воронежская область, г. Воронеж, Московский проспект, д. 14

Телефон +7(473)221-09-19, веб-сайт <http://www.vorstu.ru>,

адрес электронной почты rector@vorstu.ru

Подпись профессора Я.Е. Львовича заверяю

Членский секретарь ученого совета ВГТУ

Львов В.И. Третьяков

