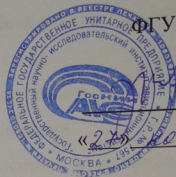


УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ФГУП «ГосНИИАС»



С.Ю. Желтов

2014 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Государственный научно-исследовательский институт
авиационных систем»

на диссертацию **Абрамова Вадима Игоревича**

**«Метод опорных объектов для обучения распознаванию образов в
произвольных метрических пространствах»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические
основы информатики».

Актуальность темы. В настоящее время одним из наиболее часто используемых на практике методов машинного обучения является метод опорных векторов (Support Vector Machine, SVM). Известно, что область применимости данного метода ограничена случаем, когда распознаваемые объекты характеризуются некоторыми векторами признаков, рассматриваемыми как элементы конечномерного линейного пространства признаков с евклидовой метрикой. Между тем, во многих практических задачах какие-либо вектора признаков для объектов в явном виде могут быть не заданы, но при этом могут быть известны значения их попарного сходства (близость) или различия (расстояния). Такое сходство/различие объектов, как правило, может быть математически охарактеризовано некоторой метрикой сравнения, которая, однако, далеко не всегда является евклидовой. Таким образом, тематика данной работы, стремящейся распространить идеи метода опорных векторов на случай, когда исходными данными для обучения являются значения заданной на множестве объектов обучающей выборки произвольной метрики, является, несомненно, актуальной.

Структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, приложения и списка литературы.

Во введении описывается актуальность работы и научная новизна, указываются проблемные ситуации и пути их решения.

В первой главе автор указывает на основу всей работы – гипотезу компактности – и описывает существующие методы обучения распознаванию образов как ее реализацию. В диссертации описывается классическая постановка метода опорных векторов, а затем альтернативный подход, называемый реляционным дискриминантным анализом или также беспризнаковым распознаванием образов. Суть данного альтернативного подхода в интерпретации значений произвольной функции парного сравнения между любым объектом и всеми объектами обучающей совокупности как вектора признаков этого объекта, после чего можно использовать классический метод опорных векторов.

Во второй главе автор описывает возможность погружения метрического пространства с произвольной метрикой в псевдоевклидово линейное пространство. Параллельно рассматривается случай, когда метрика имеет специальный вид – является пред-евклидовой в терминологии автора.

В третьей главе сформулирована задача обучения распознаванию образов в метрическом пространстве. Вводится дискриминантное решающее правило и критерий обучения, которые используют основные идеи метода опорных векторов, но не требуют введения центрального элемента в исходном метрическом пространстве.

В четвертой главе приводятся экспериментальные исследования предложенных методов. Описывается задача верификации подписи, когда имеется множество настоящих подписей и множество умышленных подделок, и требуется определить, принадлежит ли новая подпись заявленному лицу. На множестве подписей вводится некоторая метрика и анализируется способность предложенных методов решать задачу обучения распознаванию образов с ее помощью.

Достоверность и новизна результатов. Научная обоснованность полученных в работе результатов определяется корректностью применения используемых математических методов, а их достоверность подтверждается результатами численных экспериментов.

Новизна данной работы определяется тем, что в ней получены следующие не имеющие аналогов оригинальные результаты:

- Впервые сформулирована задача обучения распознаванию образов по методу опорных объектов в предположении, что множество объектов рассматривается как метрическое пространство.

- Разработан математический аппарат погружения конечного метрического пространства с произвольной метрикой в псевдоевклидово линейное пространство.

- Предложено параметрическое семейство решающих правил различения точек двух классов в псевдоевклидовом линейном пространстве.

- Разработан критерий обучения распознаванию объектов двух классов в произвольном метрическом пространстве как обобщение классического метода опорных векторов.

- Разработаны численные методы и алгоритмы обучения распознаванию объектов двух классов в произвольном метрическом пространстве.

Значимость диссертационной работы для науки и практики определяется тем, что разработанные в ней алгоритмы позволяют решать широкий класс прикладных задач обучения распознаванию образов, для которых естественно понимание множества объектов как метрического пространства с произвольной метрикой. В частности, к этому классу относятся задачи классификации биологических полимеров, компьютерного анализа речи, распознавания динамических подписей, а также ряд задач компьютерного зрения, связанных с обнаружением и идентификацией объектов разных классов на изображениях.

Замечания по содержанию и оформлению. Можно отметить следующие недостатки данной работы:

1. Приведенные в диссертации экспериментальные исследования базируются всего на одной прикладной задаче небольшого объема. Между тем, в настоящее время известен ряд общедоступных баз данных, в которых объекты представлены парными отношениями. Желательно было бы провести экспериментальное исследование предложенных алгоритмов на более обширном материале.

2. В работе символ x используется и как обозначение вектора признаков объекта в исходном линейном пространстве признаков, так и для вектора, образованного из строк матрицы, которая, в свою очередь, образована из собственных векторов матрицы общности (т.е. для элемента иного, вновь образованного изометрического пространства). Одинаковые обозначения различных по сути элементов затрудняют понимание текста работы.

3. На стр. 54 указано значение $1/\epsilon^{-2}$, хотя очевидно, что имеется в виду $1/\epsilon^2$. Впрочем, в дальнейших выражениях используется правильное значение.

4. На рис. 2 некорректно используется обозначение $\frac{1}{\sqrt{\beta}}$, т.к. неясно, какому из двух указанных значений β оно соответствует.

5. На стр. 62 в предложении «...достаточно заменить на», видимо, перепутаны обозначения $\rho^2(\omega_j, \omega_l)$ и $\rho^2(\omega', \omega'')$.

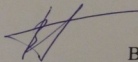
6. В теоретической части работы показано, что в частном случае, когда метрика сравнения объектов выборки является евклидовой, результаты обучения предложенным методом должны совпадать с результатами обучения классическим SVM. Однако в экспериментальной части работы это утверждение не подкреплено описанием каких-либо экспериментов. Желательно было бы такое сравнение результатов предложенного метода обучения с результатами классического SVM провести.

Отмеченные недостатки не оказывают влияния на общую положительную оценку работы. Диссертация имеет четкую структуру. Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации. Диссертация является законченной научно-исследовательской работой и выполнена на высоком научном уровне. Актуальность данной работы не вызывает сомнений.

Представленная работа полностью удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения учёных степеней» (в редакции постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842), предъявляемым к кандидатской диссертации, а ее автор – Абрамов Вадим Игоревич – заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 – «Теоретические основы информатики».

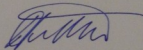
Диссертация и отзыв обсуждены и одобрены на заседании научно-технического совета подразделения 3000 ФГУП «ГосНИИАС», протокол №10/2 от 26 ноября 2014 г.

Начальник подразделения 3000,
д.ф.-м.н., с.н.с.



Визильтер Ю.В.

Секретарь секции НТС
подразделения 3000



Иловайская Е.Б.