

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор

МГУ имени М.В. Ломоносова



А.А. Федянин

2014 года

## ОТЗЫВ

ведущей организации ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет

имени М.В. Ломоносова» на диссертацию

**Татарчука Александра Игоревича**

**«Байесовские методы опорных векторов для обучения распознаванию**

**образов с управляемой селективностью отбора признаков»,**

**представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук**

**по специальности 05.13.17 — «Теоретические основы информатики»**

Избыточность признакового описания объектов неизбежно связана с проблемой переобучения, выражающейся в снижении обобщающей способности результата обучения по ограниченной обучающей совокупности и, как следствие, заставляет принимать специальные меры по регуляризации процесса обучения, основанные на сокращении множества признаков, характеризующих объекты распознавания. В диссертационной работе Татарчука А.И. разработаны два новых метода селективного комбинирования признакового описания объектов при обучении двухклассовому распознаванию образов на основе предложенного автором байесовского обобщения метода опорных векторов.

Актуальность. В диссертации исследуется и развивается линейный подход к обучению распознаванию двух классов объектов на примере метода опорных векторов - одного из наиболее популярных в современной литературе методов обучения линейного классификатора по обучающей совокупности.

Диссертационное исследование Татарчука А.И. мотивировано тремя основными проблемными ситуациями. Во-первых, отсутствие селективных свойств у метода опорных векторов неизбежно приводит в различных прикладных задачах к снижению обобщающей способности классификатора и его избыточной громоздкости. Во-вторых, метод опорных векторов при всей эффективности остается эвристическим по своей конструкции и тем самым не позволяет в полной мере использовать вероятностный аппарат для надделения метода селективными свойствами. В-третьих, существующие модификации метода опорных векторов, как показано автором в диссертации и с теоретической и с практической точек

зрения, являются недостаточными и не удовлетворяют ряду требований, предъявляемых к селективному обучению.

Целью диссертационной работы Татарчука А.И. является разработка методологии селективного комбинирования признаков объектов в задаче двухклассового распознавания образов на основе байесовского обобщения метода опорных векторов.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, приложения и списка литературы. Во введении обоснована актуальность исследования, сформулированы проблемные ситуации и пути их решения, научная новизна и практическая значимость, обозначены цель и методы исследований, а также указаны связь с плановыми научными исследованиями, реализация и внедрение результатов, апробация работы и публикации.

В первой главе диссертации вводятся основные определения, формулируется проблема селективного комбинирования признаков в рамках линейного подхода к обучению распознавания образов на два класса. Впервые сформулирована математическая постановка обучения на основе количественного измерения расстояния от объекта до разделяющей гиперплоскости в признаковом пространстве, в частности приводящая к классическому критерию метода опорных векторов. В первой главе проведен обзор существующих селективных модификаций метода опорных векторов, выполнен теоретический анализ их свойств, указаны недостатки и пути их решения. В конце главы сформулирована концепция байесовского подхода к селективному обучению, развиваемая в следующих главах диссертации.

Во второй главе предлагается вероятностная байесовская постановка задачи обучения двухклассовому распознаванию образов в линейном пространстве на основе метода опорных векторов, сформулированного в его классическом виде в сугубо детерминистских терминах. Основная идея предлагаемой байесовской постановки заключается в построении специальной системы вероятностных предположений о паре плотностей распределения векторов признаков объектов двух классов, определяемой объективно существующей, но неизвестной гиперплоскостью, при некотором априорном предположении о ее случайном выборе. Предложенный подход приводит к вероятностной интерпретации критерия обучения метода опорных векторов и позволяет интерпретировать полученное решающее правило не только как суждение о классе нового объекта, но и наделить это суждение естественной оценкой его «уверенности» в виде апостериорной вероятности. Кроме того, предложенный подход обобщает метод опорных векторов на случай произвольной априорной плотности распределения направляющего вектора разделяющей гиперплоскости, что является основным теоретическим предложением диссертации для создания новых методов обучения, обладающих свойством управляемого отбора признаков.

В третьей главе, предлагаются и детально рассматриваются две частные априорные модели случайного направляющего вектора разделяющей гиперплоскости, позволяющие в



процессе обучения количественно различать его компоненты, а, следовательно, и исходные признаки, по степени их полезности для распознавания двух заданных классов объектов, управляя при этом степенью селективности такого различия. На основании этих моделей в диссертации разработаны два новых метода обучения, реализующих две принятые в мировой литературе стратегии отбора признаков – взвешивания всех исходно заданных признаков и жесткого выбора их подмножества.

В четвертой главе, приводятся результаты экспериментального исследования предложенных в диссертации методов обучения с регулируемой селективностью в сравнении с существующими методами. Структура четырех модельных задач соответствует четырем простым требованиям к селективному обучению, сформулированным в диссертации. Результаты модельных экспериментов, изложенные в диссертации, наглядно иллюстрируют весьма важный факт, что ни один из существующих методов селективного обучения, включая предлагаемые, не удовлетворяет сразу всем предъявленным требованиям. Однако каждый из предложенных двух методов является наиболее эффективным для разных групп сочетаний требований.

Научная новизна. В работе впервые сформулирован вероятностный подход к селективному комбинированию признаков в ходе обучения распознаванию образов в рамках метода опорных векторов, а предложенные новые методы селективного обучения распознаванию образов являются примерами успешного применения вероятностной методологии обучения.

Практическая значимость работы. Предложенные в диссертационной работе Татарчука А.И. два новых метода селективного обучения распознавания образов позволяют решать практические задачи в ситуациях при заведомо избыточном множестве признаков объектов и относительно малом объеме обучающей совокупности и, в частности, применялись автором для распознавания вторичной структуры белка по последовательности составляющих его аминокислот, распознаванию рукописных символов и подписей, вводимых в компьютер непосредственно в процессе написания, а так же в задаче распознавания рака легких.

Недостатки работы. Предложенная вероятностная интерпретация метода опорных векторов не расширена на другую менее популярную версию метода опорных вектор с критерием, содержащим в целевой функции сумму квадратов сдвигов объектов обучающей выборки. Кроме того, не рассмотрен случай разных априорных вероятностей принадлежности нового объекта к классам, хотя автором указано, что это выходит за рамки диссертационного исследования. В работе предложены два новых метода обучения с управляемой селективностью, но не рассмотрен вопрос возможности выбора параметра селективности по конечному упорядоченному множеству значений, для которых происходит изменение состава признаков в итоговом решении без необходимости перебора его

значений по сетке на непрерывной оси. Данные недостатки не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы.

Основные выводы диссертации достоверны и подтверждены достаточным количеством наглядных примеров, детальными результатами комплекса вычислительных экспериментов на модельных данных и данных прикладной задачи.

Автореферат диссертации адекватно отражает основное содержание работы.

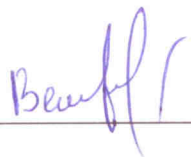
Результаты диссертационной работы могут использоваться коллективами исследователей и разработчиков, занимающихся созданием систем поддержки принятия решений и интеллектуальным анализом данных в ВЦ РАН, Институте прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН и других организациях.

Следует особо отметить, что основные результаты работы уже вошли в состав курса «Статистические методы анализа сигналов», читаемого профессором В.В. Моттлем студентам 5-го курса на кафедре «Интеллектуальные системы» ФУПМ МФТИ, и курсов «Теория обучения машин» и «Машинное обучение», читаемых профессором К.В. Воронцовым на ФУПМ МФТИ и в Школе анализа данных Яндекс, соответственно.


Работа полностью соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям в положении о присуждении учёных степеней, утверждённом Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 — «Теоретические основы информатики», а её автор Татарчук А.И. заслуживает присвоения учёной степени кандидата физико-математических наук.

Доклад по диссертационной работе Татарчука А.И. был заслушан и обсуждён на заседании кафедры математических методов прогнозирования факультета вычислительной математики и кибернетики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова 27 мая 2014 года. Отзыв обсуждён и одобрен на заседании кафедры математических методов прогнозирования 27 мая 2014 года, протокол №2.

Уч. секретарь кафедры математических  
методов прогнозирования ф-та ВМК МГУ,  
к.ф.-м.н.

 Д.П. Ветров

Отзыв подготовил профессор кафедры  
математических методов  
прогнозирования ф-та ВМК МГУ, д.ф.-м.н.

 А.Г. Дьяконов

Декан факультета ВМК МГУ имени  
М.В. Ломоносова, академик РАН,  
д.ф.-м.н., профессор

  
 Е.И. Моисеев