

О Т З Ы В

официального оппонента кандидата физико-математических наук Алексея Яковлевича Червоненкиса на диссертацию Александра Игоревича Татарчука «Байесовские методы опорных векторов для обучения распознаванию образов с управляемой селективностью отбора признаков», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.17 — «Теоретические основы информатики».

Диссертационная работа А.И. Татарчука посвящена актуальной проблеме машинного обучения — отбору признаков объектов в процессе обучения распознаванию образов методом опорных векторов.

В настоящее время метод опорных векторов остается одним из наиболее популярных методов обучения распознаванию образов, но в тоже время этот метод не имеет вероятностной интерпретации и не обладает механизмом отбора наиболее подходящих признаков из доступного множества, предназначенным для увеличения обобщающей способности обучения.

Известные модификации метода опорных векторов, наделяющие его способностью отбирать признаки непосредственно в процессе обучения, заметно расширили применимость метода опорных векторов в ситуациях избыточного признакового описания объектов. В работе А.И. Татарчука сформулированы четыре критерия оценивания качества методов обучения по их способности отбирать наиболее значимые признаки в процессе обучения..

Это - выделение и исключение из описания полностью шумовых попарно независимых признаков, выделение и подавление групп зависимых между собой неинформативных признаков, выделение информативных линейно независимых признаков, выделение групп зависимых признаков, только совместный учет которых может обеспечить приемлемое качество распознавания.

Предложенные критерии позволили показать недостаточность существующих селективных модификаций метода опорных векторов и определили направление для разработки новых способов регуляризации метода опорных векторов.

В качестве теоретической методологии селективного обучения распознаванию образов в работе А.И. Татарчука предложена вероятностная байесовская постановка задачи обучения двухклассовому распознаванию образов в признаковом пространстве, приводящая к обобщению метода опорных векторов. Основой предложенного метода опорных векторов являются, с одной стороны, специальное предположение о виде условного распределения признаков объектов каждого класса, заданного относительно неизвестной гиперплоскости, и, с другой стороны, вид априорного распределения

параметров этой гиперплоскости. Далее предлагается по данным обучения найти апостериорное распределение и искать решение, обеспечивающее максимум плотности найденного апостериорного распределения.

Предложенная в работе А.И. Татарчука вероятностная интерпретация метода опорных векторов позволила, в частности, рассматривать решающее правило не только как суждение о классе нового объекта, но и наделять это суждение естественной оценкой его «уверенности» в виде апостериорной вероятности принадлежности к классу. Кроме того, в работе впервые предложена формальная интерпретация структурного параметра C метода опорных векторов как относительной степени пересечения классов.

В работе А.И. Татарчука предложены два новых вида априорного распределения параметров неизвестной гиперплоскости, приводящих к двум модификациям метода опорных векторов, обеспечивающим оптимальный выбор подмножества признаков. Один из этих методов сохраняет все исходные признаки объектов, но снабжает их разными по величине положительными весами, определяющими степень их значимости. Другой жестко отбирает подмножество признаков при полном подавлении остальных.

Отдельно следует отметить, что предложенные два априорных распределения параметров гиперплоскости зависят от специального параметра обучения, названного в работе «параметром селективности» и определяющего интенсивность отбора признаков соответствующего метода обучения. При нулевом значении параметра селективности в итоговом решении будут участвовать сразу все признаки и метод обучения будет эквивалентен классическому методу опорных векторов, не обладающего способностью отбирать признаки, а с увеличением значения параметра все большая часть признаков подавляется.

Следует отметить проведенное автором теоретическое исследование свойств существующих и предложенных модификаций метода опорных векторов с точки зрения их способности отбирать признаки. Во-первых, в работе анализируются множества априори наиболее и наименее предпочтительных ориентаций разделяющей гиперплоскости, определяющих «стиль» отбора признаков каждого метода. Во-вторых, в работе анализируется эффект группировки линейно зависимых признаков, характеризующий способность метода обучения отбирать или подавлять группами линейно зависимые признаки.

Результаты экспериментального исследования наглядно демонстрируют полезность предложенных методов по сравнению с классическим методом опорных векторов и существующими его селективными версиями.

Основными достоинствами данной работы являются предложенная вероятностная байесовская постановка задачи обучения распознаванию образов, обобщающая классический метод опорных векторов, две новых модификации метода опорных векторов, обеспечивающие отбор признаков, теоретический и экспериментальный анализ способности методов обучения к селекции признаков.

Особо отмечу тот факт, что многочисленные работы по методу опорных векторов рассматривали задачу обучения распознавания как поиск решающего правила при заданных ограничениях на его вид. В работе диссертанта впервые как вид решающего правила, так и метод его нахождения получаются в результате оптимального решения байесовской задачи при заданных предположениях о виде условных распределений объектов в пространстве их описания.

К недостаткам данной работы можно отнести:

1. Проведенное теоретическое исследование не позволило в полной мере охарактеризовать особенности одного из предложенных методов селективного обучения, а именно метода релевантных признаков, которые бы в полной мере объясняли преимущества, продемонстрированные этим методом в ходе экспериментального исследования.
2. Следует отметить, что в теории игр оптимальной байесовской стратегией игрока считается стратегия, доставляющая максимум его выигрышу. В диссертации же оптимальной стратегией считается стратегия, доставляющая максимум апостериорной вероятности, что в общем случае не одно и то же. Конечно, об этом сказано в диссертации, но отличие от установившегося термина следовало бы подчеркнуть более явно.
3. В автореферате имеется ссылка на ранее предложенные другими авторами методы сокращения размерности признакового пространства (Lasso SVM и Elastic Net SVM), и говорится, что «они получаются из критерия (13) ...». Из этого может показаться, что и критерий (13) был получен другими авторами ранее. Между тем этот критерий вытекает из вероятностной постановки, предложенной автором диссертации впервые.
4. Структурные параметры метода (μ и C) предлагается искать перебором с использованием скользящего контроля. Между тем хотелось бы иметь теоретические основания для их выбора, но, видимо, это будет предметом дальнейшей работы автора.
5. Имеются отдельные редакционные погрешности в оформлении диссертации и автореферата, на которых я останавливаться не буду.

Несмотря на это, считаю, что диссертационная работа А.И. Татарчука «Байесовские методы опорных векторов для обучения распознаванию образов с управляемой селективностью отбора признаков» является законченной самостоятельной научно-исследовательской работой, развивающей теоретические принципы отбора признаков в задаче обучения двухклассовому распознаванию образов по методу опорных векторов.

Учитывая изложенное, считаю, что диссертация А.И. Татарчука «Байесовские методы опорных векторов для обучения распознаванию образов с управляемой селективностью отбора признаков» удовлетворяет всем требованиям ВАК к диссертациям, представляемым на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по

специальности 05.13.17 «Теоретические основы информатики», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

2 июня 2014 г.

Официальный оппонент
ведущий научный сотрудник
Федерального государственного бюджетного
учреждения науки «Институт проблем
управления имени В.А. Трапезникова
Российской академии наук»,
кандидат физико-математических наук



А.Я. Червоненкис



Червоненкис А.Я.

Плф