

Магистрант А. Д. Самаль  
Науч. рук. зав. кафедрой Н. В. Пацей  
(кафедра программной инженерии, БГТУ)

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЙ**

Важное прикладное значение имеют задачи классификации изображений с большим числом категорий объектов. Проблемы подобного рода возникают в различных областях: например, поиск изображений по ключевым словам, корректное распознавание объектов для робототехники и т.п. До последнего времени алгоритмы для решения данной задачи мало исследовались, в том числе и ввиду вычислительной сложности. Одни из первых проведенных вычислительных экспериментов подобного рода на базах изображений Caltech-101 и ImageNet показали, что применение общепризнанных на настоящее время алгоритмов не дает удовлетворительной точности распознавания. Лучшие результаты для задач данного типа продемонстрировали два класса алгоритмов. Первый из них основан на использовании векторов Фишера [1] для описания изображений и линейной машины опорных векторов [2] в качестве классификатора. Второй класс алгоритмов использует для описания изображений непосредственно интенсивности пикселей, в качестве классификатора используются конволюционные нейронные сети. Альтернативным подходом к улучшению точности распознавания является использование информации о структуре связей между категориями объектов.

*Алгоритм обучения с учителем «случайный лес».* Случайный лес (randomforest) [3] является одним из наиболее универсальных и эффективных алгоритмов обучения с учителем, применимым как для задач классификации, так и для задач восстановления регрессии. Идея метода заключается в построении ансамбля параллельно обучаемых независимых деревьев решений. Итоговая классификация объекта выполняется путем голосования всех деревьев, входящих в состав ансамбля. Среди достоинств алгоритма можно выделить высокое качество предсказания, способность эффективно обрабатывать данные с большим числом категорий и признаков, внутреннюю оценку обобщающей способности модели, высокую распараллеливаемость и масштабируемость. Также метод обладает всеми преимуществами деревьев решений, в том числе отсутствием необходимости предобработки входных данных и обработкой как вещественных, так и категориальных признаков, поддержкой работы с отсутствующими значениями. Алгоритм CART построения дерева решений строит разбиение

пространства признаков на непересекающиеся области путем его рекурсивного разбиения. Фактически каждому узлу дерева соответствуют некоторая область пространства признаков и правило, по которому осуществляется ее разделение на две, приписанные к дочерним вершинам. Так как задача построения оптимального дерева, минимизирующего ошибку на обучающей выборке при заданном ограничении на его размеры, является NP-трудной [4], для обучения данной модели используется жадная стратегия максимального уменьшения функции, описывающей неоднородность данных  $I(D)$ , где  $D$  есть область в пространстве признаков, соответствующая некоторому узлу.

Метод опорных векторов относится к наиболее известным и широко используемым на практике алгоритмам обучения с учителем. Изначально данный метод был предназначен для задач бинарной классификации, но легко обобщается на задачи классификации с большим числом классов, а также на задачи восстановления регрессии. Если предположить, что выборка линейно делима, тогда очевидно, что разделяющая гиперплоскость не единственна, поскольку существуют и другие её положения, реализующие то же самое разбиение выборки. Идея метода заключается в том, чтобы выбрать  $w$  и  $bw$  оптимальным с точки зрения некоторого критерия способом. Можно потребовать, чтобы разделяющая гиперплоскость максимально далеко отстояла от ближайших к ней объектов обоих классов. Первоначально данный принцип классификации возник из эвристических соображений: вполне естественно полагать, что максимизация зазора (margin) между классами должна способствовать более уверенной классификации. В дальнейшем этот принцип получил мощное теоретическое обоснование.

*Построение случайного леса с использованием модифицированной матрицы штрафа.* Одним из возможных областей использования семантической иерархии объектов при обучении ансамбля деревьев решений является её применение при построении каждого отдельного дерева в ансамбле путем модификации функции неоднородности (индекса Джини). Основная цель данной модификации заключается в том, чтобы увеличить «штраф» за нахождение в узле объектов, помеченных категориями, находящимися далеко друг от друга в семантической иерархии.

*Иерархическая классификация.* Один из наиболее известных подходов к решению задачи классификации объектов с большим числом категорий заключается в использовании иерархической классификации [5]. Основная идея данного подхода заключается в построении иерархии категорий объектов, организованной в виде дерева та-

ким образом, что категории, относящиеся к каждому узлу дерева, делятся на некоторое число кластеров, каждый из которых соответствует одному узлу-потомку. Процесс продолжается до тех пор, пока в каждом терминальном узле дерева не будет содержаться ровно по одной категории. В каждом узле дерева строится классификатор (обычно бинарный), который обучает модель классификации кластеров категорий, относящихся к узлам-потомкам. Для классификации нового объекта применяется цепочка из классификаторов, ведущая из корня дерева к терминальному узлу, соответствующему тому или иному классу.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Perronnin F., Liu Y., Sanchez J., Poirier H. Large-Scale Image Retrieval with Compressed Fisher Vectors // Proc.of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2010. P. 3384–3391
2. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. The Elements of Statistical Learning. Springer, 2008.
3. Breiman L. Random Forests // Machine Learning. 2001. V. 45. No1.P. 5–32.
4. Гэри М., Джонсон Д. Вычислительные машины труднорешаемые задачи. М.: Мир, 1982.
5. Griffin G., Perona P. Learning and using taxonomies for fast visual categorization // Proc.of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2008. P. 1–8.

УДК 004.042

Студ. Д. С. Столяров, М. И. Трифонов  
Науч. рук. ст. преп. А.С. Наркевич  
(кафедра программной инженерии, БГТУ)

#### **РАЗРАБОТКА ИГРЫ «ЗМЕЙКА» НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON 3.7.2**

Целью данной работы является изучение объектно-ориентированного программирования на примере разработки игры «Змейка» на языке программирования Python 3.7.2. Для этих целей была использована сторонняя библиотека Pygame. Pygame — это библиотека модулей для языка Python, предназначенная для написания компьютерных игр и мультимедиа-приложений, которая базируется на мультимедийной библиотеке SDL.

Кроссплатформенная мультимедийная библиотека SDL (Simple DirectMedia Layer) предоставляет независимый от платформы низко-