

АЛГОРИТМ МНОГОУРОВНЕВОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ERROR CORRECTING OUTPUT CODES

В области классификации существует две категории задач: классификация по одной метке (one-label) и классификация по нескольким меткам (multi-label) иногда называемая нечеткая, многолинейная или многозначная. Традиционные двоичные и мультиклассовые классификации являются подкатегориями классификации по одной метке. Многоклассовая и многозначная классификации накладывают различные ограничения на целевую выходную переменную. Для мультиклассовой классификации целевая переменная должна быть одной из заданного набора идентификаторов, называемых классами. Для случая с несколькими метками целевая переменная является подмножеством заданного набора классов. Это означает, что с экземпляром может быть связано более одного класса (в этом контексте, обычно называемого метками) [1].

С целью оптимального использования изображений предлагается модель многоуровневой иерархической классификации на основе сегментации. Объекты изображения представляются в виде сети каскадных структур. Классы и подклассы, определяемые на каждом уровне иерархии, являются результатом выбора различных параметров (классификаторов) [2].

Пример иерархической структуры объектов приведен на рисунке. Здесь идет выделение объектов по классам и подклассам на разных уровнях, так, можно выделить уровень насаждений, уровень вида и т.п.

Используем метод встраивания древовидных структур в структуру классификатора на основе ЕСОС (Error Correcting Output Coding) [3]. В контексте классификации мы кодируем переменную класса с помощью n -мерного двоичного кодового слова, значения которого указывают, является ли рассматриваемый пример положительным или отрицательным примером в соответствующем двоичном классификаторе.

Построение модели классификации начинается с корня, содержащего все классы. Обнаруживаются узлы, связанные лучше всего с

точки зрения взаимной информации, а процесс повторяется до тех пор, пока не будут получены множества с одним классом. Основным преимуществом метода является то, что при небольшой длине кодового слова он дает хорошую производительность. Дерево строится оптимально по принципу максимальной оценки в каждом узле. В каждой итерации сохраняются лучшие n разбиений из множества классов. Процесс повторяется итеративно таким образом, чтобы не было повторений классов, и оценка классификатора в каждом узле была оптимальной. Таким образом создается ансамбль оптимальных деревьев и включается в матрицу кода ЕСОС.

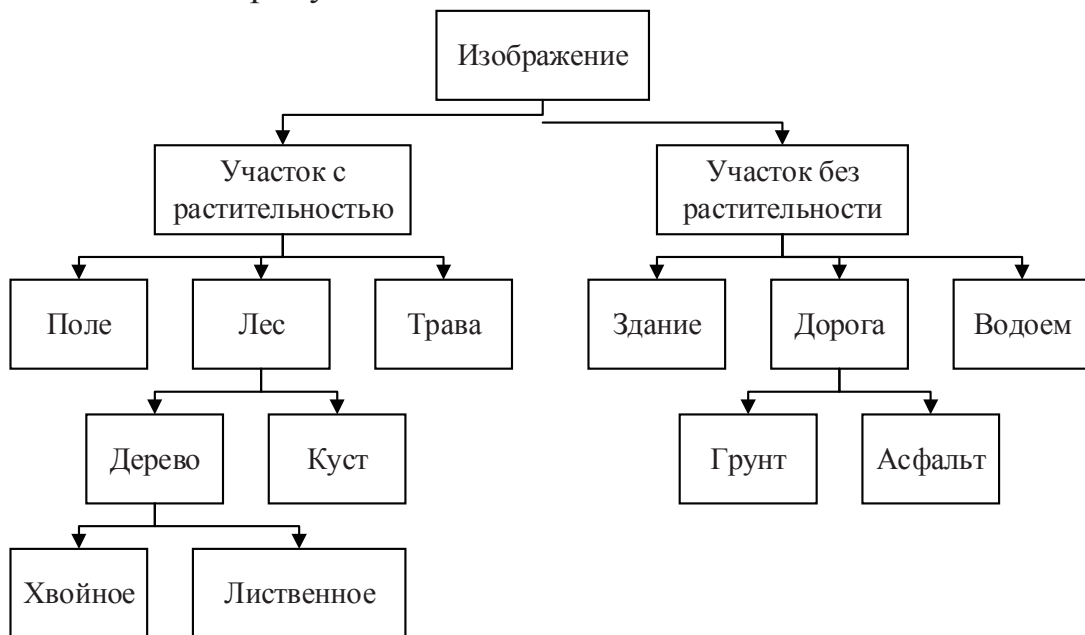


Рисунок – Иерархия объектов классификации

Формально *алгоритм* можно представить следующим образом:

1. Дано K классов c_1, \dots, c_K и T деревьев
2. Интерактивно для каждого $t = 1 \dots K$
 - 2.1 Инициализировать корень начальным множеством классов $K_0 = \{c_1, \dots, c_K\}$
 - 2.2 $i \leftarrow 0$
 - 2.3 Для каждого узла K_i
 - 2.3.1 Выполнить разбиение множества классов $\{C_1, C_2\} | K_i = C_1 \cup C_2$ на основе классификатора f_i , таким образом чтобы ошибка обучения была минимальной.
 - 2.4. По выполненному разбиению для каждого узла закодировать каждый столбец матрицы M :

$$M(r,i) = \begin{cases} 0, c_r \notin K_i \\ +1, c_r \in C_1 \\ -1, c_r \in C_2 \end{cases}$$

где r индекс класса

2.5 $i \leftarrow i + 1$. Повторение пункта 2.3

С помощью матрицы многоуровневого ЕСОС, мы получаем вектор. Каждый компонент вектора является результатом решения каждого двоичного классификатора, обученного в каждом из столбцов матрицы. Эта процедура может быть применена при решении задач многозначной классификации, поскольку она объединяет знания различных бинарных задач [4].

Вторым этапом является декодирование. Здесь можно применить любую стратегию декодирования.

Таким образом, общая модель многоуровневой классификации содержит N компонентных классификаторов и является многоклассовой и многозначной. Информация, предоставляемая классификаторами, представляет ансамбль для получения классификационного прогноза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Dietterich, T. G. and Bakiri, G. Solving multiclass learning problems via error-correcting output codes // Journal of Artificial Intelligence Research, 2007. - №2, p.263– 286.
2. Н.В. Пацей, А.Д. Самаль Алгоритмы многоуровневной классификации объектов// Наука. Технология. Производство – 2019: материалы Международной научнотехнической конференции 15-19 апреля 2019/ редкол.: Н.Г. Евдокимова и др. – Уфа: Изд-во УГНТУ. 2019/ – С.283-284/
3. Diettrich T., Bakiri G. Solving Multiclass Learning Problems via Error-Correcting Output Codes// Journal of Artificial Intelligence Research, 2;263--286, 1995.
4. Литвинович, И. А. Разработка и оптимизация алгоритмов поиска профилей пользователей социальной сети по фотографии / И. А. Литвинович, А. С. Наркевич // Минск : БГТУ , 2020 .- табл. Труды БГТУ, Минск : БГТУ, 2020 (готовится к печати).