



Н.В. Акинина, М.В. Акинин, А.В. Соколова, А.И. Таганов

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕКСТУРНЫХ ПРИЗНАКОВ ХАРАЛИКА В ЗАДАЧАХ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ПОМОЩИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

(Рязанский государственный радиотехнический университет)

В настоящее время для решения множества различных социально-экономических, экологических, природопользовательских и прочих задач применяются векторные карты с нанесенной на них информацией о высотах искусственных и природных объектов. К таким задачам относятся, например, задачи предотвращения и быстрой ликвидации чрезвычайных ситуаций, задачи мониторинга состояния сельскохозяйственных угодий, в том числе задачи оценки состояния полей, и другие. Для оперативного получения высокоточного материала для анализа можно использовать беспилотный летательный аппарат (БПЛА), способный выполнять съемку в различных спектральных каналах. [1]

Для корректной обработки и анализа изображения, полученного с камер, установленных на БПЛА, необходимо описать его с помощью тех или иных текстурных признаков.

Текстуры можно классифицировать следующим образом:

- по происхождению:
  - искусственные – графические знаки и узоры, расположенные на нейтральном поле;
  - естественные – например песок, вода, трава, лес, срезы дерева;
- по структуре поверхности:
  - структурные, состоящие из геометрически правильных повторяющихся элементов;
  - стохастические, сформированные преобразованием последовательности коррелированных случайных чисел в соответствии с определенными алгоритмами;
- по относительным размерам элементов текстуры: мелкозернистые и крупнозернистые;
- по форме элементов текстуры: волнистые, пятнистые, неправильные, линейчатые и так далее.

Таким образом, текстура – это некоторый участок изображения, но не любой, а только тот, который имеет однородные статистические характеристики.

Текстурные признаки Харалика хорошо зарекомендовали себя для описания текстур в задачах разделения классов, если граница между классами является существенно нелинейной (например, при разделении класса хвойного леса и класса лиственного леса).



Р.М. Haralick в [2] предложил описывать текстуру, покрывающую изображение, характеристиками специальных матриц вхождений  $E$ , рассчитываемых по изображению.

Алгоритм расчета текстурных признаков Харалика для одноканального изображения  $I$  размером  $u$  на  $u$  пикселей состоит из следующих этапов:

1. Выбор нескольких направлений  $\delta = \{\delta_x\}; x = \overline{1, X}; \delta_x \in [0, 2\pi)$ ;
2. Выбор размера  $u_{alpha}$  области соседства каждого пикселя на изображении  $I$  – в [2] значение  $u_{alpha}$  было выбрано равным 3-м;
3. Матрицы вхождений  $E = \{E_x\}; x = \overline{1, X}$  размером  $B$  на  $B$  элементов заполняются нулями — здесь  $B$  суть есть количество уровней квантования спектральных яркостей;
4. Для каждой пары «пиксель», «матрица вхождений» выполняются следующие операции:

$$(I(m, n), E_x); m = \overline{1, u}; x = \overline{1, X};$$

- 1) На пиксель  $I(m, n)$  «накладывается» окно размером  $\theta_{alpha}$  на  $\theta_{alpha}$  пикселей;
- 2) По направлению  $\alpha_x$  в данном окне находятся координаты крайнего пикселя  $(m_x, n_x)$ ;
- 3) Если координаты  $(m_x, n_x)$  крайнего пикселя по направлению  $\alpha_x$  выходят за пределы изображения  $I$ , то выполняется переход к следующей паре «пиксель», «матрица вхождений»;
- 4) Рассчитывается:
 
$$E_x(I(m, n), I(m_x, n_x)) = E_x(I(m, n), I(m_x, n_x)) + 1;$$
5. Матрицы вхождений  $E$  масштабируются к сумме своих элементов, равной единице;
6. Для каждой матрицы  $E_x$  рассчитываются характеристики  $E_x(k), m_x \text{ строки}, m_x \text{ столбцы}$  – средние по строкам и столбцам,  $y_x \text{ строки}$  и  $y_x \text{ столбцы}$  – дисперсии по строкам и столбцам;
7. Для каждой матрицы  $E_x$  рассчитываются следующие характеристики: однородность, контраст, корреляция, дисперсия, гомогенность, среднее по суммам, дисперсия по суммам и некоторые другие;
8. Для каждого пикселя  $I(m, n)$  изображения  $I_h$  составляются векторы признаков  $d_{mn} = \{e_{x, y}\}; x = \overline{1, X}; y = \overline{1, 9}$ ;
9. Вектора признаков усредняются для получения вектора признаков изображения.

Расчет текстурных признаков Харалика может быть эффективно распараллелен средствами современных вычислительных систем. [3]

В ходе подготовки настоящей работы было осуществлено экспериментальное сравнение пригодности энергетических характеристик Лавса и тек-



стурных признаков Харалика для решения задачи построения топографической карты с помощью древовидного текстурного классификатора, составленного из нескольких многослойных перцептронов.

Для обучения и тестирования перцептронов, входящих в состав классификатора, был использован набор снимков, полученных при помощи БПЛА вертолетного типа и покрывающих нечерноземные области средней России. Структура перцептронов была подобрана с помощью алгоритмов глобальной оптимизации.

На рисунке 1 приведены результаты сравнения качества обучения простых классификаторов (отдельных многослойных перцептронов), использующих для описания текстур, покрывающих исходные изображения, энергетические характеристики Лавса или текстурные признаки Харалика.

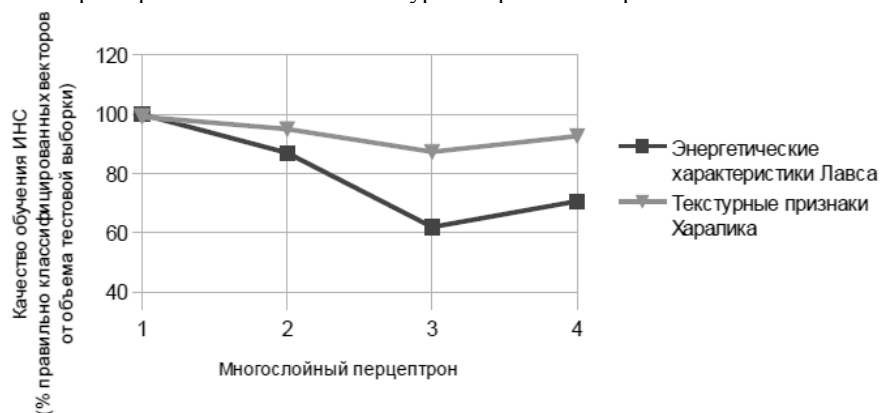


Рисунок 5 - Сравнение качества обучения классификаторов

Таким образом, можно сделать вывод, что текстурные признаки Харалика лучше подходят для решения задач обработки данных, полученных с помощью БПЛА, чем энергетические характеристики Лавса.

К недостаткам текстурных признаков Харалика можно отнести существенный объем вычислений, требуемых для их расчета из-за необходимости анализа нескольких матриц смежности. Данный недостаток, однако, не оказывает существенного влияния на выбор между признаками Харалика и характеристиками Лавса, так как информационная недостаточность последних ведет к существенному увеличению времени обучения классификатора. [3]

### Литература

1. Акинин М.В., Акинина Н.В., Никифоров М.Б., Соколова А.В., Таганов А.И. Нейросетевой метод оперативного картографирования с использованием беспилотного летательного аппарата. // Динамика сложных систем - XXI век № 2 (2015). - Москва: Радиотехника. - 2015. - с. 9 - 14.



2. M. Haralick R., K. Shanmugam, I. Dinstein. Textural features for image classification // IEEE Transactions on systems, man and cybernetics. Vol. SMC 3, № 6. 1973. С. 610 – 621.

3. М.В. Акинин, А.А. Логинов, М.Б. Никифоров. Способы описания текстур в задачах построения топографических карт // Материалы XI Международной научно-технической конференции .АВИА — 2013. (том 4). 2013.

А.К. Алимуратов, П.П. Чураков

## АДАПТИВНЫЙ МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОЛОСОВОГО УПРАВЛЕНИЯ

(Пензенский государственный университет)

Увеличение производительности интеллектуальных информационных систем требует от пользователя устойчивых навыков управления. Наиболее адаптивным интерфейсом взаимодействия пользователя с системой голосовое управление, основанное на технологии распознавания речи. Работа в направлении повышения эффективности голосового управления ведется достаточно активно. На сегодняшний день представлено большое количество алгоритмов, повышающих точность распознавания и эффективность голосового управления: «RWTH ASR» [1], «Julius» [2] и «CMU Sphinx» [3].

Как известно, точность распознавания зависит от корректной обработки речевых команд, которая определяется точностью измерения его амплитудных, временных, частотных и энергетических характеристик. Основная причина низкой точности и больших погрешностей в измерениях связана с использованием неадаптивных методов обработки сложных нестационарных речевых сигналов. Исследования существующих методов обработки речевых сигналов [4], выявили перспективность использования адаптивной технологии анализа нестационарных данных – комплементарная множественная декомпозиция на эмпирические моды (КМДЭМ) [5].

Целью данной работы является разработка алгоритма, повышающего точность распознавания речевых команд и эффективность голосового управления за счет применения КМДЭМ. Статья является развитием ранее опубликованных трудов авторов [7].

### Комплементарная множественная декомпозиция на эмпирические моды

КМДЭМ представляет собой адаптивную технологию разложения сигнала на эмпирические моды (ЭМ). Адаптивность метода заключается в том, что базисные функции, используемые для разложения, извлекаются непосредственно из исходного сигнала. Аналитическое выражение декомпозиции имеет следующий вид [5]: