



Рис. 1. Типовое изображение лиственного покрова.

## Сегментация цветных телевизионных изображений лиственного покрова в задачах лесной таксации

*Кревецкий А. В., Ипатов Ю. А.*

inf@marstu.mari.ru

Йошкар-Ола, Марийский гос. тех. университет

В лесном хозяйстве при проведении исследований в области анализа тенденции роста многолетних растений необходимо знать проективную зону лиственного покрова. Ручные методы анализа фотографических изображений лиственного покрова являются очень трудоемкими, длительными и экономически затратными. В настоящей работе предлагается один из путей автоматизации анализа таких цифровых изображений, который, в сочетании с возможностью ручной коррекции ошибок обнаружения фрагментов интересующих растений, обеспечивает более высокую точность измерений и на два порядка более высокое быстродействие по сравнению с применяемым ручным методом.

Для вычисления относительной площади проективного лиственного покрова по его цифровому изображению необходимо относительно каждого элемента разрешения принять обоснованное решение – отнести элемент к фрагменту листы интересующего растения или к мешающим растительным объектам. Типовое изображение исследования представлено на Рис. 1.

При использовании в качестве дискриминационных признаков данных о яркости и цвете пикселей, для построения оптимального или квазиоптимального (в байесовском смысле) алгоритма принятия решения, важно знать законы распределения вероятностей цвета полезных и мешающих пикселей в цветовом пространстве. Обучающая выборка формируется путём выделения характерных областей, относящихся к лиственному покрову и фону с помощью специально разработанной программы.

На Рис. 2 приведены выборочные условные законы распределений цвета  $W(\bar{I} | H_1)$  и  $W(\bar{I} | H_2)$  для обеих гипотез в RGB пространстве. Видно, что отсчеты статистически неоднородного фона и проективного покрова выделяются в слабо перекрывающиеся кластеры. Их вытянутый вдоль диагонали цветового куба характер объясняется неравномерной

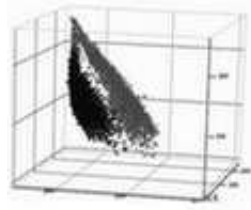


Рис. 2

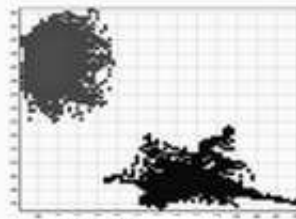


Рис. 3

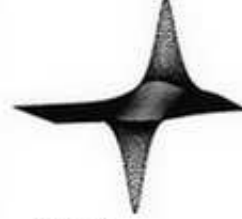


Рис. 4

**Рис. 2.** Кластерная модель лиственного покрова и фона в RGB пространстве. **Рис. 3.** Проекция на секущую плоскость. **Рис. 4.** Двухмерная потенциальная функция.

освещенностью полезных объектов и фона, и поэтому учет яркостной информации мало информативен.

В связи с этим, для упрощения алгоритма сегментации предлагается использовать проекции данных распределений на секущую плоскость, перпендикулярную вектору  $(255, 255, 255)$ , см. Рис. 3.

Для разрабатываемого алгоритма сегментации указанные распределения  $W(\bar{I} | H_1)$  и  $W(\bar{I} | H_2)$  аппроксимируются функциями

$$K(\mathbf{x}, i) = \exp(-\alpha \|\mathbf{x} - \mathbf{x}_i\|^2), \quad (1)$$

где  $\alpha$  — декремент затухания,  $\|\mathbf{x}\|$  — норма вектора  $\mathbf{x}$  в двухмерном пространстве,  $i$  — номер проверяемой гипотезы. Для выбранной формы аппроксимации распределений оптимальный по критерию максимального правдоподобия (или минимального расстояния в цветовом пространстве) сводится к следующим шагам:

1. Определение проекции цвета текущей точки на выбранную плоскость цветового пространства.
2. Вычисление для нее величины отношения правдоподобия, где  $(x, y)$  — координаты пикселя в кадре изображения:

$$\bar{\lambda}(x, y) = W(\bar{I} | H_2) / W(\bar{I} | H_1).$$

3. Нормировка поля отношений правдоподобия к 255 градациям серого для возможности визуализации, Рис. 5.
4. Пороговая обработка нормированного изображения  $\lambda(x, y)$ , Рис. 6:

$$U(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{если } \lambda(x, y) \geq \lambda; \\ 0, & \text{если } \lambda(x, y) < \lambda. \end{cases}$$

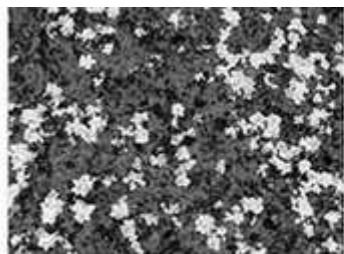


Рис. 5

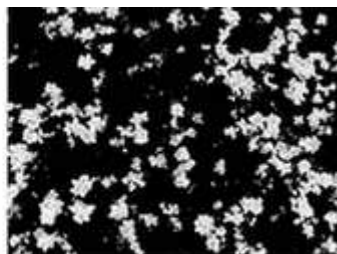


Рис. 6

**Рис. 5.** Нормировка изображения потенциальной функцией вида (1).

**Рис. 6.** Результирующее изображение после пороговой обработки.

С целью снижения вероятности ошибок принимаемых решений, связанных с особенностями видов растений, условиями наблюдений и другими неучтенными факторами, в программном комплексе введена возможность ручной коррекции результатов сегментации.

#### **Выводы**

Разработанная программа позволяют автоматизировать процесс анализа и распознавания фотографических изображений с выигрышем по скорости и эффективности проведения исследований.

Реализуемый в программе алгоритм является оптимальным по критерию максимального правдоподобия. Для исключения выбросов, связанных с неоднородность фона, на котором производится распознавание, в программе предусматривается ручная коррекция результатов автоматического анализа.

Точность измерений превышает ручные методы, используемые для проведения такого рода исследований. Данная программа имеет свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2007610624.

#### **Литература**

- [1] Прэтт У. Цифровая обработка изображений. — М.: Мир, 1982.
- [2] Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. — М.: Техносфера, 2005. — 1072 с.
- [3] Ту Дж., Гонсалес Р. Принципы распознавания образов. — М.: Мир, 1978.