



где $\bar{i}(m, n)$, $\sigma(m, n)$ – средняя яркость и СКО пикселей облачного региона B_{21} ; $\bar{i}(m + j\Delta m, n + j\Delta n)$, $\sigma(m + j\Delta m, n + j\Delta n)$ – средняя яркость и СКО пикселей, попадающих в тень от облачного объекта.

Переместив контур облачного объекта B_{21} вдоль направляющего вектора на величину Δm^* , Δn^* , определим затемнённую область изображения B , автоматически выполнив таким образом процедуру сегментации тёмного участка.

Используя результаты сегментации улучшим визуальные характеристики изображения B путём локального контрастирования затемнённых участков снимка. Отнесём пиксели, принадлежащие к затемнённой области к классу B_0 , а пиксели, удалённые не более, чем на δ от её внешних границ к классу B_0^* и найдём коэффициенты яркостного преобразования вида

$$i_{mm}^* = a_0 + a_1 i_{mm}, i_{mm} \in B_0,$$

где i_{mm}^* – яркость скорректированного пикселя затемнённого участка снимка.

Значение коэффициентов a_1 и a_0 определим по формулам:

$$a_1 = \frac{\sigma_0^*}{\sigma_0}, a_0 = \bar{i}_0^* - a_1 \bar{i}_0$$

где \bar{i}_0 , σ_0 – средняя яркость и СКО пикселей, принадлежащих объектам класса B_0 ; \bar{i}_0^* , σ_0^* – средняя яркость и СКО пикселей, принадлежащих объектам класса B_0^* .

Результаты восстановления яркостной однородности изображения показаны на рис.3

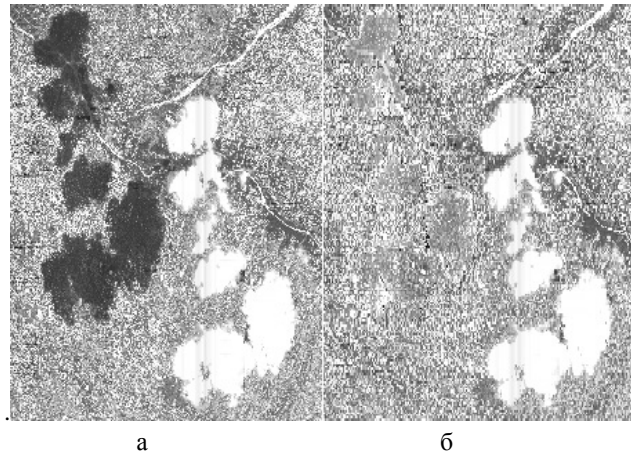


Рис. 3. Пример участка снимка с затемнённой областью до (а) и после яркостной коррекции (б)



Заключение

Практическое использование рассмотренного алгоритма сегментации на большом количестве спутниковых изображений от КА «Ресурс-ДК» показало его высокую эффективность как с точки зрения высокой надёжности распознавания облачных объектов, так и с точки зрения временных затрат. При этом работа с наличием простой процедуры обучения не вызывает затруднений у операторов программных комплексов, что очень важно при выполнении поточной обработки больших массивов видеoinформации от КА серий «Ресурс», «Канопус» и др.

Литература

1. Р. Гонсалес, Р. Вудс. Цифровая обработка изображения. М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
2. Otsu, N., «A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms,» IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. 9, No. 1, 1979, pp. 62-66.
3. Астрономический ежегодник на 2011 год. СПб.: Наука, 2010 – 690 с.

Н.С. Кравцова, Р.А. Парингер, А.В. Куприянов

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВЫЯВЛЕНИЯ ИНФОРМАТИВНЫХ СЕГМЕНТОВ В СПЕКТРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ КРИСТАЛЛОГРАММ

(Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва)

Анализ изображений диагностических кристаллограмм – это важная часть медицинской диагностики. Диагностические кристаллограммы – это структуры, образованные при кристаллизации солей вследствие высушивания биологической жидкости. Информация, содержащаяся в изображениях кристаллограмм, является структурно избыточной. Если на исходном изображении преобладали параллельные полосы определённого направления, тогда и на Фурье-преобразовании исходного изображения будут преобладать полосы с таким же направлением. Это свойство можно использовать для анализа кристаллограмм [1].

Если рассматривать функцию изображения в пространственной области и её преобразование Фурье $F(u, v)$, тогда величина $|F(u, v)|^2$ определяет энергетический спектр изображения. Область энергетического спектра изображения можно исследовать непосредственно целиком или частично.

В данной работе рассматриваются сегментные признаки спектра, которые получаются с помощью вычисления общей энергии в каждой из областей, в соответствии с разделением, по формуле:

$$C_{r_1, \theta_1, \theta_2} = \sum_{r=r_1}^{r_2} \sum_{\theta=\theta_1}^{\theta_2} |F(r, \theta)|^2,$$



где $r = \sqrt{u^2 + v^2}$, θ_1 и θ_2 – углы, ограничивающие сектор (рисунок 1).

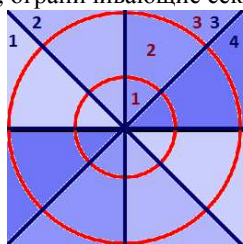


Рисунок 1 – Пример разделения изображения на сегменты

В данной работе для набора статистики используются изображения кристаллограмм слюнной жидкости. На основе визуального анализа выделено 2 класса изображений. Обучающая выборка состояла из 100 образцов размером 256×256 пикселей, по 50 изображений из каждого класса. В качестве тестируемых изображений использовались изображения с такими же параметрами. По этим данным была произведена классификация изображений [2–4].

В данной работе описан способ выделения информативных сегментов на изображениях спектра. Оценка информативности сегментов проводилась с использованием алгоритма дискриминантного анализа. Например, для набора признаков, характеризующегося параметрами 3 кольца 4 сектора (рисунок 1), наиболее информативными будут признаки: (сектор №1, кольцо №3), (сектор №3, кольцо №3). На рисунках 2–4 изображены примеры исходных изображений классов, их спектры и наиболее информативные участки спектра.



Рисунок 2 – Примеры изображений из каждого класса:
(а) – класс №1, (б) – класс №2



Рисунок 3 – Пример изображения спектра каждого класса:
(а) – класс №1, (б) – класс №2



а) б)

Рисунок 4 – Изображения информативных сегментов для каждого класса:
(а) – класс №1, (б) – класс №2

В данной работе описан способ выделения информативных сегментов на изображениях спектра. На основе выбранных сегментов, разработан алгоритм классификации, позволяющий снизить значение ошибки классификации.

Литература

1. Кравцова, Н.С. Оценивание локальных признаков пространственного спектра для классификации текстурных изображений / Н.С. Кравцова, Р.А. Парингер, А.В. Куприянов // Сборник трудов международной молодёжной научной конференции «XIII Королёвские чтения» том 2. – Самара: издательство СГАУ, 2015. – С. 134-135.
2. Кравцова, Н.С. Разработка методов классификации изображений дендритных кристаллограмм на основе оценивания факторов формы пространственного спектра / Н.С. Кравцова, Р.А. Парингер, А.В. Куприянов // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2015), труды Международной научно-технической конференции. – Самара: Издательство Самарского научного центра РАН, 2015. – С. 74-78.
3. Кравцова, Н.С. Формирование признаков для классификации текстурных изображений на основе анализа пространственного спектра / Н.С. Кравцова, Р.А. Парингер, А.В. Куприянов // Информационные технологии и нанотехнологии (ИТНТ-2015): материалы Международной конференции и молодежной школы. – Самара: издательство Самарского научного центра РАН, 2015. – С. 75-78.
4. Кравцова, Н.С. Исследование алгоритмов классификации текстурных изображений на основе анализа пространственного спектра / Н.С. Кравцова, Р.А. Парингер, А.В. Куприянов // Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине – 2015: материалы Всерос. молодёж. конф. / под ред. проф. Д.А. Усанова. – Саратов: Изд-во Саратовский источник, 2015. – С. 190-193.