

УДК 004.8:621.3

И.В. Рубан, О.В. Шитова, А.Н. Пухляк

Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков

ПРИМЕНЕНИЕ ДИСКРЕТНО-КОСИНУСНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ СЕГМЕНТАЦИИ ТЕКСТУРНЫХ ОБЛАСТЕЙ

В статье предложено применение дискретно-косинусного преобразования изображений для сегментации текстурных областей. Представлены результаты сравнительного анализа вычисления статистических и спектральных признаков текстурных областей, визуально близких по своим свойствам.

Ключевые слова: дискретно-косинусное преобразование, текстурная область, изображение.

Введение

Постановка задачи. Одной из наиболее сложных и актуальных задач обработки текстурных изображений является решение задачи сегментации таких областей изображения, как природные объекты, в частности областей растительности, которые, как правило, занимают значительную часть аэрофотоснимка. Например, сегментация на фрагменты изображений почвенно-растительного покрова является необходимым этапом большинства задач ландшафтно-экологического картографирования. Такие фрагменты обычно относятся к одному классу текстурных изображений, например, “лес”, “трава”, “грунт” и т.п. [1], которые в пределах одного класса являются близкими по своим характеристическим свойствам.

Исходя из этого, актуальной задачей является разработка методов сегментации текстурных областей, визуально близких по свойствам яркости и структуры.

Анализ литературы [2 – 4] показал, что существующие подходы к сегментации изображений априорно зависимы от задач сегментации и свойств изображений. В процессе анализа установлено, что перспективным является построение комбинированных методов обработки изображений, направленных на решение задачи декомпозиции изображения и представление их в виде характеристических областей.

Основная часть

Статистические методы анализа текстур основаны на вычислении порядковых статистических признаков текстурных областей изображения [1]. Анализ литературы [2 – 4] и проведенные исследования [5] по вычислению информативности статистических признаков текстур позволили остановиться на трех основных признаках текстурных фрагментов, а именно энтропии, однородности и яркости.

Для проведения экспериментов были вырезаны текстурные фрагменты из 15 изображений. Фрагменты имеют размер 100x100 пикселей, глубину цвета 8, полутоновые изображения с 256 градациями яркости.

В табл. 1 представлены результаты расчетов статистических свойств текстурных фрагментов изображений, визуально близких по характеристикам яркости и структуры, для пяти изображений.

Анализ табл. 1 показывает, что чем более визуально отличаются текстурные фрагменты, тем разница между значениями их свойств больше. Так, например, если фрагмент 1 и фрагмент 2 изображения 1 находятся в одном цветовом диапазоне, то значения их энтропии отличаются на 0,1129, в отличие от фрагментов изображения 2, цвет которых заметно различен и значения энтропии отличаются на 0,5330. Аналогичная ситуация наблюдается и в разнице между яркостью и однородностью фрагментов. Чем более отличаются фрагменты, тем более отличаются и их свойства.











Однако, как видно из таблицы, значения различий свойств текстурных фрагментов варьируются в диапазоне от 0,0005 до 0,6, что не может позволить четко различать текстуры между собой.

С целью выявления более информативных признаков для решения задачи сегментации текстур, в работе проведены исследования спектральных свойств текстурных фрагментов. Известно, что спектральные меры текстур основаны на спектре Фурье, который идеально подходит для описания направленности присутствующих в изображении периодических и квазипериодических двумерных структур. Спектральная текстура характеризуется наличием частичной информации о непрямых элементах, в частности, об их размерах, которая интерпретируется в терминах пространственной частоты [6].

Поскольку размер зерна текстуры пропорционален пространственному периоду, область крупнозернистой текстуры должна давать спектр Фурье, энергия которого сосредоточена на низких пространственных частотах [7]. Наоборот, для областей мелкозернистой текстуры энергия спектра концентрируется на высоких пространственных частотах. Хотя такое соответствие отчасти и существует, часто возникают трудности, связанные с пространственным

Таблица 1

Статистические свойства текстурных фрагментов изображений, визуально близких по характеристикам яркости и структуры

№ из.	Фрагмент 1 (Ф1)	Фрагмент 2 (Ф2)	Энтропия		Разница	Яркость		Разница	Однородность		Разница
			Ф1	Ф2		Ф1	Ф2		Ф1	Ф2	
1.			5,0641	5,1770	0,1129	0,4232	0,5868	0,1636	0,0353	0,0319	0,0034
2.			6,5354	7,0684	0,5330	0,2479	0,4697	0,2218	0,0138	0,0086	0,0052
3.			6,1703	5,5428	0,6275	0,5278	0,4593	0,0685	0,0154	0,2280	0,2126
4.			6,1424	6,1477	0,0053	0,4091	0,2540	0,1551	0,0157	0,0162	0,0005
5.			5,0437	5,6076	0,5639	0,4642	0,4000	0,0642	0,0355	0,0250	0,0105

изменением периода и фазы повторений структуры. Эксперименты [7] показали, что существует значительное перекрытие спектров для областей с заметно отличающейся естественной текстурой, например, таких, как городские кварталы, сельские районы и лесные массивы, выделенные на аэрофотоснимках.

В последние годы значительно возрос интерес к изучению ортогональных преобразований [8]. Теоретические исследования ортогональных преобразований проводятся в области обработки изображений и речевых сигналов, отбора признаков при распознавании образов [8] и т.д.

В связи с этим, в работе для анализа текстурных областей на аэрофотоснимках применяется дискретное косинусное преобразование (ДКП).

Известно, что дискретное косинусное преобразование представляет собой разновидность преобразования Фурье и представляет изображение в виде суммы синусоид с различной амплитудой и частотой.

Графическое изображение рассматривается как совокупность пространственных волн, причем оси X и Y совпадают с шириной и высотой изображения, а по оси Z откладывается значение цвета соответствующего пикселя изображения.

Дискретное косинусное преобразование позволяет переходить от пространственного представления изображения к его спектральному представлению и обратно. Двумерное дискретное косинусное преобразование матрицы A с размерами M×N реализуется согласно следующему выражению:

$$B_{pq} = a_p a_q \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} A_{mn} \cos \frac{\pi(2m+1)p}{2M} \cos \frac{\pi(2n+1)q}{2N}$$

где $0 \leq p \leq M-1$ и $0 \leq q \leq N-1$,

$$a_p = \begin{cases} 1/\sqrt{M}, & \text{если } p = 0; \\ \sqrt{2/M}, & \text{если } 1 \leq p \leq M-1 \end{cases}$$

и











$$a_q = \begin{cases} 1/\sqrt{N}, & \text{если } q = 0; \\ \sqrt{2/N}, & \text{если } 1 \leq q \leq N-1. \end{cases}$$

Значения B_{pq} называют коэффициентами дискретного косинусного преобразования матрицы A.

В табл. 2 представлены результаты расчетов СКО матриц текстурных фрагментов, визуально близких по характеристикам яркости и структуры, и СКО матриц этих же фрагментов после дискретно-косинусного преобразования, для пяти изображений.

Таблица 2

Значения СКО матриц текстурных фрагментов

№ из.	Фрагм. 1 (Ф1)	Фрагм. 2 (Ф2)	СКО матриц исх. фрагм.	СКО матриц исх. фрагм. после ДКП	Разница
1.			0,8658	32,8298	31,9640
2.			11,6000	66,6968	55,0968
3.			8,9825	60,8926	51,9101
4.			20,1374	31,4916	11,3542
5.			10,3653	16,5167	6,1514

Выводы

Таким образом, проведенные эксперименты показали, что применение ДКП для текстурных изображений позволяет получить значительную разницу в СКО при близких визуальных значениях текстур. Исходя из этого, появляется возможность с достаточной точностью различать текстурные фрагменты изображения. Для реализации этой задачи необходимо провести эксперименты для определения нижней границы различия текстур и предложить процедуры исключения ошибок первого рода при появлении шума на текстуре.

Список литературы

1. Шитова О.В. Анализ методов сегментации текстурных областей изображений в системах обработки изображений / О.В. Шитова, А.М. Пухляк, Э.М. Дроб // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: История, Политология, Экономика, Информатика. – 2014. – 8(179). – Вып. 30/1. – С. 182-188.
2. Шапиро Л. Компьютерное зрение / Л. Шапиро, Дж. Стокман. – М.: БИНОМ, 2006. – 752 с.

3. Форсайт Д. Компьютерное зрение. Современный подход / Д. Форсайт, Ж. Понс. – М.: Изд. Дом "Вильямс", 2004. – 928 с.

4. Фисенко В.Т. Фрактальные методы сегментации текстурных изображений / В.Т. Фисенко, Т.Ю. Фисенко // Приборостроение. – 2013. – Т. 56, № 5. – С. 63-70.

5. Рубан И.В. Исследование информативности признаков текстурных изображений маскировочных сетей / И.В. Рубан, О.В. Шитова, А.М. Пухляк, С.И. Хмелевский, Ю.В. Данюк // Системы обработки информации. – Х.: ХУПС, 2012. – Вып. 9 (107). – С. 76-80.

6. Харалик Р.М. Статистический и структурный подходы к описанию текстур / Р.М. Харалик // ТИИЭР. – 1979. – Т. 67, №. 5. – С. 98-120.

7. Прэнт У. Цифровая обработка изображений: [в 2-х томах] / У. Прэнт. – М.: Мир, 1982. – Т. 1. – 312 с.

8. Ахмед Н. Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов / Н. Ахмед, К. Рао. – М.: Связь, 1980. – 248 с.

Поступила в редколлегию 2.09.2014

Рецензент: д-р физ.-мат. наук, проф. С.В. Смеяков, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

ЗАСТОСУВАННЯ ДИСКРЕТНО-КОСИНУСНОГО ПЕРЕТВОРЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ДЛЯ СЕГМЕНТАЦІЇ ТЕКСТУРНИХ ОБЛАСТЕЙ

І.В. Рубан, О.В. Шитова, А.М. Пухляк

У статті запропоновано застосування дискретно-косинусного перетворення зображень для сегментації текстурних областей. Представлені результати порівняльного аналізу обчислення статистичних і спектральних ознак текстурних областей, візуально близьких за своїми властивостями.

Ключові слова: дискретно-косинусне перетворення, текстурна область, зображення.

THE USE OF DISCRETE-COSINE TRANSFORM IMAGES FOR SEGMENTATION OF TEXTURED REGIONS

I.V. Ruban, O.V. Shytova, A.M. Pukhlyak

In this paper we propose the use of discrete-cosine transform images for segmentation of textured regions. Presents the results of a comparative analysis of the calculation of the statistical and spectral characteristics of the texture areas, visually close in its properties.

Keywords: discrete-cosine transformation, a texture region, the image.