

УДК 519.67 + 681.5

К.С. Смеляков

Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЖАТИЯ НА ОСНОВЕ ЦЕЛЕВОГО ВЫБОРА МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЯ

*В работе проводится обзор моделей для представления сегментированных изображений объектов и сцен, используемых в целях повышения эффективности сжатия изображений на основе целевого выбора.*

*изображение, сегментация, распознавание, локализация, сжатие, мониторинг, систематизация моделей*

### Постановка проблемы

Решение многих научно-технических задач в настоящее время основано на использовании в качестве исходных данных изображений, рассматриваемых в виде совокупности изображений объектов некоторой сцены и фона [1 – 3].

При этом для целей хранения (передачи) изображений, особенно, если речь идет о крупных архивах снимков, актуальной является задача сжатия этих изображений, причем с сохранением качества представления объектов и сцен.

Анализ современных подходов и методов сжатия изображений показывает, что получаемые снимки подвергаются сжатию целиком, т.е. (без разделения на изображения объектов и фон). Такой подход приводит к тому, что при высоком коэффициенте сжатия изображения объектов недопустимо искажаются, а линейные и малоразмерные изображения вообще пропадают. При низком коэффициенте сжатия качество передачи объектов сохраняется, однако объем сжатого изображения часто неприемлемо большой.

Эффективный анализ объектов и сцен на изображениях в отношении трудоемкости и точности основан на использовании аппарата теории распознавания образов для целей, обнаружения, распознавания и локализации интересующих нас объектов и сцен на снимке [4].

Использование аппарата теории распознавания, кроме того, позволяет применять методы сжатия к изображениям объектов и фону избирательно. При этом для целей анализа выделенные сцены и объекты на изображениях далеко не всегда требуется представлять в цвете, крупном масштабе и т.п. В этом отношении *актуальной является задача систематизации моделей представления сегментированных изображений для целей эффективной организации сжатия, соответственно целевому критерию анализа изображений.*

### Модели представления сегментированных изображений

*Отсечение.* В задачах обнаружения (мониторинга) ЧС основной интерес представляют объекты (ситуации), которые занимают незначительную площадь по отношению ко всему снимку. В таких условиях самым простым будет вырезать, сжать и передать только объект (с некоторой его окрестностью для целей нормального визуального восприятия). Для приведенного снимка возгорания на складе ГСМ за счет применения процедуры отсечения можно вполне добиться дополнительного 10 кратного сокращения объема (рис. 1).

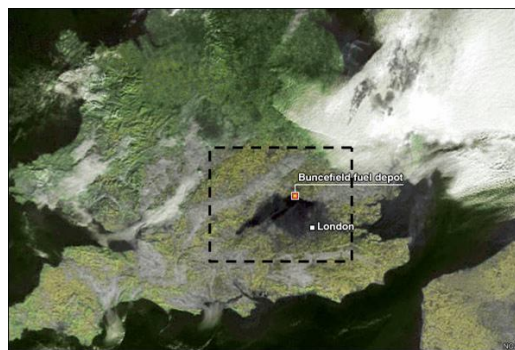


Рис. 1. Снимок возгорания на складе ГСМ (<http://en.wikipedia.org, free encyclopedia>)

*Использование полутонов.* Если исходный снимок цветной и отсекаемая его часть представляет интерес для целей ориентирования (ее отбросить нельзя), то для этой части снимка может быть применено представление в полутонах. Более того, если ЧС обнаружена и локализована (координаты области локализации должны сохраняться вместе со снимком), для целей оперативного мониторинга все изображение может представляться в полутонах. В результате можно до трех раз снизить объем снимка.

*Огрубление.* Вместо (или в дополнение) использования полутоновой модели, отсекаемую часть

снимка можно подвергать грубому квантованию, или сжимать с очень высоким коэффициентом сжатия, в то время как локализованную область ЧС с низким коэффициентом, что в разы снижает объем сжатого изображения.

*Использование бинарных сечений.* Реалистические изображения требуются для целей их визуального анализа человеком (для машинной обработки такие изображения нужны далеко не всегда). Но даже для целей визуального анализа человеком в ряде приложений реалистические изображения не обязательны. Например, для экспресс-анализа СА, достаточно бинарного снимка солнечной поверхности (рис. 2).

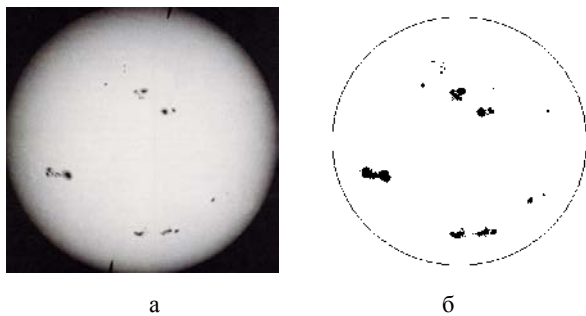


Рис. 2. Снимок солнечной поверхности с темными пятнами (а) (the free encyclopedia) и черно-белое изображение выделенных пятен (б)

В таких условиях дополнительного сжатия можно добиться путем применения алгоритмов сжатия к черно-белому изображению.

Так, например, объем полутонового изображения солнечной поверхности (рис. 2.а) в BMP формате составляет 100 КБ. Для сохранения информации о положении и форме пятен с использованием методов сжатия без потерь для бинарного изображения приведенного на рис. 2.б требуется 3 КБ. Таким образом, коэффициент сжатия составляет примерно  $100/3 \approx 33$ . Если бы исходное изображение было цветным (300 КБ), тогда коэффициент сжатия составил бы  $300/3 \approx 100$ .

*Использование контурных изображений.* Контурные изображения объектов сцены могут рассматриваться не только в качестве дополнения, но и в качестве замены реалистических или огрубленных изображений [5]. Так, например, при оценивании характера нефтяных разливов (для целей отслеживания динамики этого процесса) важны оценки положения и границ пятна разлива на местности. Для оценивания положения береговой линии с целью оперативного прогнозирования наводнений также достаточно знать положение границ водоема. Тем более использование контурных изображений становится естественным при использовании электронных карт. Для целей сглаживания контуров применяются методы аппроксимации.

На рис. 3 приведены результаты полигональной аппроксимации береговой линии озера Чад замкнутой ломаной.

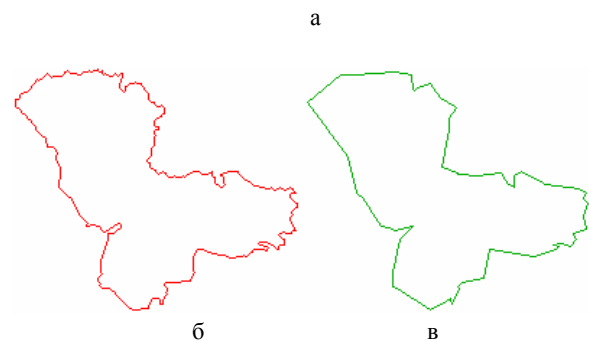


Рис. 3. Озеро Чад (а) (Microsoft Encarta), его береговая линия (б) и полигональная аппроксимация береговой линии с погрешностью 2

Для сохранения контурной информации о береговой линии достаточно сохранить последовательность координат узлов полигона.

Так, если исходное цветное изображение рассматриваемого озера в BMP формате занимает 110 КБ, то требуемые для сохранения узлов полигона объемы (в зависимости от числа байт на координату) даются в табл. 1, а соответствующие степени сокращения объема даются в табл. 2.

При этом в зависимости от специфики задачи, контур может заменяться выпуклой оболочкой, скелетом или иной геометрической моделью объекта.

Таблица 1

Объемы, требуемые для сохранения узлов полигона

Число узлов полигона	Объем, требуемый для сохранения узлов полигона	
	1 байт	2 байта
458 узлов (погрешность 0)	916	1832
99 узлов (погрешность 1)	198	396
50 узлов (погрешность 2)	100	200
38 узлов (погрешность 3)	76	152

Таблица 2

Степени сокращения объема

Число узлов полигона	Коэффициент сжатия	
	1 байт	2 байта
458 узлов (погрешность 0)	120	60
99 узлов (погрешность 1)	556	278
50 узлов (погрешность 2)	1100	550
38 узлов (погрешность 3)	1447	724

**Использование маркеров.** В условиях, когда реалистические изображения объектов не нужны, например, по причине не информативности при их визуальном анализе, для целей описания сцены на снимке используются маркеры объектов и ситуаций, которые для заданного приложения заранее стандартизированы. Так, например, при ведении разведки с больших высот МИ объектов разведки в видимом диапазоне и в темное время суток не информативны. В таких условиях после обнаружения и локализации интересующих нас объектов для каждого из них определяются тип и координаты центра (всего несколько байт). Особенно эффективен такой подход при использовании электронных карт местности: информация об объектах передается в центр управления, где в реальном масштабе времени производится отображение объектов на карте с использованием маркеров. Так, например, для целей мониторинга разлива нефти на электронной карте местности танкер по заданным координатам отмечается специальным маркером. Кроме него (бинарным образом) отмечается область разлива для целей оперативного прогнозирования и реагирования на изменяющуюся ситуацию вблизи побережья с целью принятия мер для минимизации последствий от возникновения ЧС.



Рис. 4. Отображение положения танкера и области разлива нефти на электронной карте (©ESA)

**Масштабирование.** В задачах оперативного реагирования при обнаружении ЧС [6], или при управлении войсками по данным воздушной разведки важнейшей является задача оперативной доставки данных. Поэтому при решении такого рода задач обнаруженные объекты могут подчеркиваться (или их параметры могут передаваться отдельным пакетом), а сами снимки уменьшаться в масштабе до заданного размера, определяемого возможностями адекватного анализа отображенных на них объектов. В результате уменьшение масштаба изображения в  $k$  раз приводит к уменьшению его площади (и объема) в  $k^2$  раз.

## Выводы

Использование аппарата теории распознавания позволяет применять методы сжатия к изображениям объектов и фону избирательно. При этом для целей анализа локализованные сцены и объекты на изображениях далеко не всегда требуется представлять в виде реалистического изображения. Проведенный в работе анализ показывает, что в настоящее время существует довольно большое число разнообразных моделей для представления сегментированных объектов и сцен. Выбор в этом отношении модели оптимальной в смысле заданного целевого критерия анализа изображений и реализация избирательного подхода позволяет в некоторых случаях в разы, а в некоторых на порядок и более повысить коэффициент сжатия изображений.

## Список литературы

1. Chen C.H., Pau L.F., Wang P.S.P. *Handbook of Pattern Recognition and Computer Vision*. – London (UK): World Scientific Publishing Company, 1993. – 984 p.
2. M. Sonka, V. Hlavak, R. Boyle *Image processing, analysis, and machine vision*. – California (USA): Cole Publishing Company, 1999. – 770 p.
3. Форсайт Д., Понс Ж. *Компьютерное зрение. Современный подход: Пер. с англ.* – М.: ВИЛЬЯМС, 2004. – 928 с.
4. R. Gonzalez, R. Woods *Digital Image Processing. Second Edition*. – Prentice Hall, 2002. – 793 p.
5. *Введение в контурный анализ; приложения к обработке изображений и сигналов / Я.А. Фурман, А.В. Кревецкий, А.К. Передреев, А.А. Рожнецов, Р.Г. Хафизов, И.Л. Егошина, А.Н. Леухин. Под ред. Я.А. Фурмана.* – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 592 с.
6. Абрамов Ю.О., Гринченко Є.М., Кірючкін О.Ю., Коротинський П.А., Миронець С.М., Росоха В.О., Тютюнник В.В., Чучковський В.М., Шевченко Р.І. *Моніторинг надзвичайних ситуацій*^ Підручник. – Х.: АЦЗУ, 2005. – 530 с.

Поступила в редколлегию 26.02.2006

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.А. Краснобаев, Харьковский Национальный технический университет сельского хозяйства, Харьков.