

КОДИРОВАНИЕ ФРАГМЕНТА ЦВЕТНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАНОНИЧЕСКИХ СПЛАЙНОВ

Т.М. Власова, В.В. Вишневский, В.Г. Калмыков

Институт проблем математических машин и систем НАН Украины

e-mail: chery@immsp.kiev.ua

Обработка цветных изображений, относится к сложным задачам искусственного интеллекта. В настоящее время в средствах обработки визуальной информации цветные изображения обычно представлены в растровом виде. Такое представление затрудняет преобразование, идентификацию объектов, отличающихся аффинными преобразованиями – масштабом, положением в поле изображения. В настоящей работе рассматривается метод кодирования фрагментов цветного изображения с использованием канонических сплайнов.

1. Структурная модель цветного изображения

Фрагмент цветного изображения, изначально заданного в растровом виде, можно представить в виде трех монохромных изображений – R,G,B, выделенных из исходного фрагмента цветного изображения рис. 1.

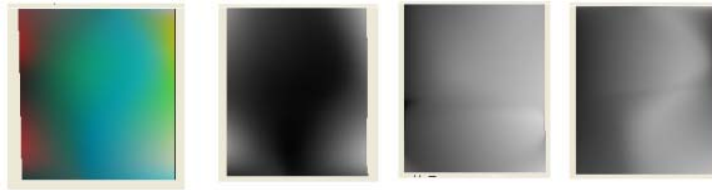


Рис.1. Выделение трех монохромных изображений из
исходного фрагмента цветного изображения

Будем считать, что любое из трех таких изображений можно рассматривать как некоторую область регулярной поверхности [2].

Функция $z(x,y)$ для каждой такой поверхности соответствует функции яркости $p(x,y)$.

2. Аппроксимация монохромного изображения каноническими сплайнами третьего порядка

Будем считать, что для монохромного изображения, которое соответствует регулярной поверхности, функция яркости и ее производные в пределах этого изображения, являются непрерывными.

Каждой горизонтальной строке n такого изображения можно поставить в соответствие последовательность значений $z(x)$, которые отображают зависимость яркости от координаты x . Эта последовательность может быть аппроксимирована [1] аналитической параметрически заданной полиномиальной кривой, например, каноническим сплайном [3,4]. Как результат аппроксимации, каждая горизонтальная строка монохромного изображения может быть представлена в виде вектора $\mathbf{v} = \{x_0, z_0, x_1, z_1, x_2, z_2, x_3, z_3\}$, компоненты которого определяют коэффициенты полиномов канонического сплайна. Результат аппроксимации достигается использованием метода градиентного спуска [1], обеспечивающего поиск наибольшего сходства строки изображения с аппроксимирующей кривой.

В результате аппроксимации всех строк изображения [1] определены значения $v_{opt}(n) = \{x_0(n), z_0(n), x_1(n), z_1(n), x_2(n), z_2(n), x_3(n), z_3(n)\}$ для всех $n_b \leq n \leq n_e$, где n_b, n_e – соответственно начальный и конечный (сверху вниз) номера строк изображения, части которых находятся внутри контура объекта.

Вследствие непрерывности куска поверхности, соответствующего рассматриваемому изображению, каждое из 4-х множеств точек $\{x_0(n), z_0(n), n_b \leq n \leq n_e\}$, $\{x_1(n), z_1(n), n_b \leq n \leq n_e\}$, $\{x_2(n), z_2(n), n_b \leq n \leq n_e\}$, $\{x_3(n), z_3(n), n_b \leq n \leq n_e\}$ образует пространственную кривую. Из каждого из этих множеств точек выделяются по 2 множества точек, образующих проекции пространственной кривой на плоскости xOy и zOy . В результате аппроксимации этих проекций для каждой из них определяются значения 4-х управляющих точек рис. 2.

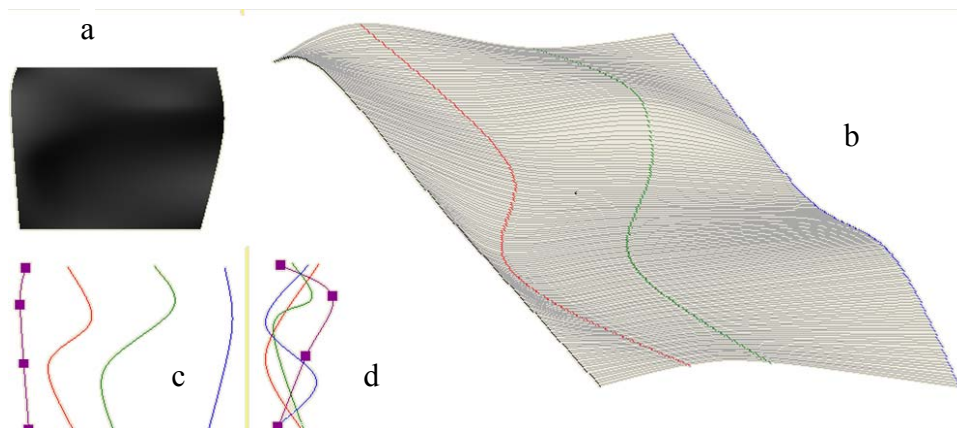


Рис.2. Программная аппроксимация простого монохромного изображения пространственными сплайнами и прорисовка результата аппроксимации:

a – объект полутонового изображения; b – представление изображения в виде куска простой поверхности и представление пространственных сплайнов, составленных из множеств управляющих точек, определенных в результате аппроксимации сплайнами функций яркостей всех строк изображения; c, d – проекции пространственных сплайнов на плоскость xOy и zOy :

Т.о. всякая область монохромного изображения, может быть определена, в нашем случае, 32-мя управляющими точками.

3. Кодирование фрагмента цветного изображения пространственными сплайнами

Порядок определения параметров фрагмента цветного изображения сводится к следующему.

1. Фрагмент цветного изображения, изначально заданного в растровом виде, представляют в виде трех монохромных изображений, выделенных из исходного фрагмента цветного изображения рис. 1.
2. Определяют пространственными кривыми каждое из трех монохромных изображений рис. 2.
3. Определяют фрагмент цветного изображения представлением результатов аппроксимации трех монохромных изображений рис. 3
4. Восстанавливают (для контроля) фрагмент цветного изображения использованием полученных параметров фрагмента цветного изображения рис. 3.

4. Программы восстановления и моделирования цветных изображений

Разработанная программа позволяет формировать проекции пространственных сплайнов, определяемые произвольным количеством управляющих точек, и строить по ним фрагменты цветных изображений, которые могут быть использованы при разработке алгоритмов обработки визуальной информации – рис.4 и рис.5. Для моделирования фрагментов цветных изображений допустимо использовать компактный формат.

Компактный формат отличается от выше описанного тем, что горизонтальные проекции в плоскости xOy пространственных сплайнов построены в одном экземпляре, т.е. они одинаковы для всех трех монохромных изображений рис.5 b.

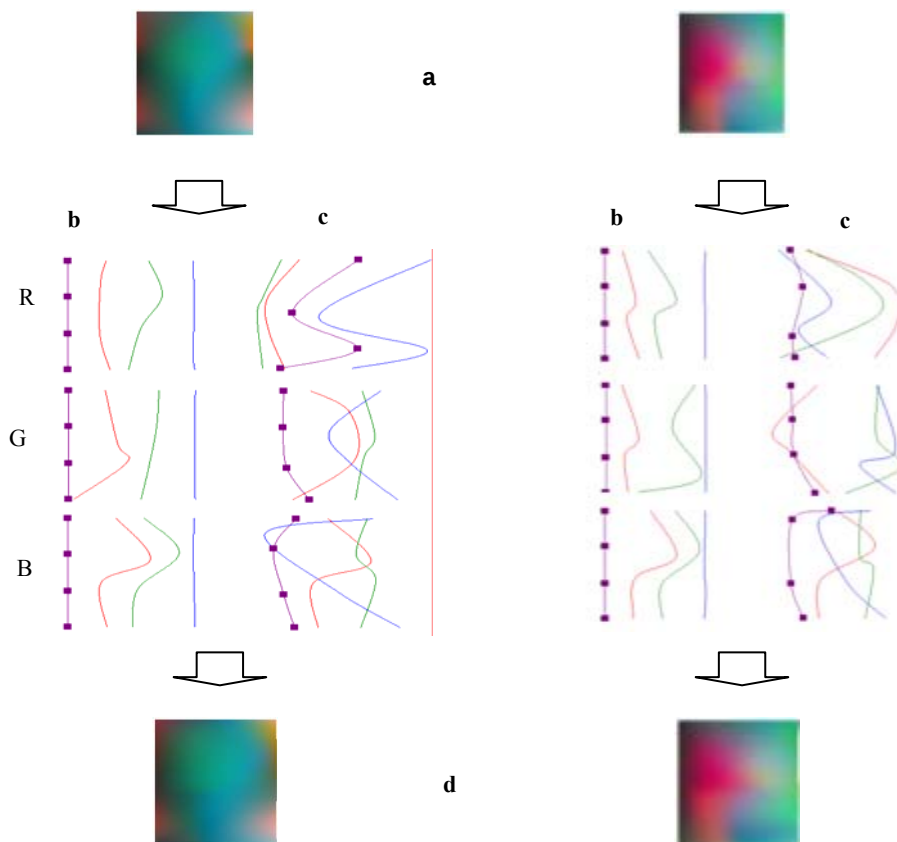


Рис.3. Кодирование и восстановление фрагментов цветного изображения:
 а) исходные изображения; б) проекции пространственных сплайнов соответственно R - красного, G - зеленого, B - синего тонов на плоскость xOy ; с) проекции пространственных сплайнов соответственно R - красного, G - зеленого, B - синего тонов на плоскость yOz ; d) восстановленные изображения



Рис.4. Модельные фрагменты цветных изображений, построенные по произвольно сформированным наборам проекций пространственных кривых

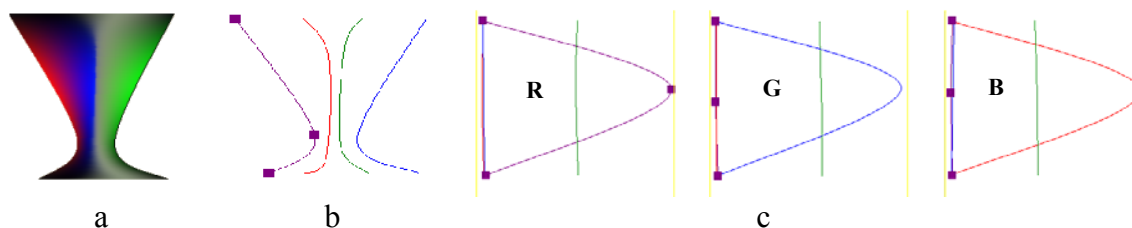


Рис.5. Компактный формат цветного изображения – а;
проекция пространственных сплайнов на плоскость xOy – б;
проекции пространственных сплайнов на плоскость yOz – с

5. Заключение

1. Предложенный алгоритм в рамках представления фрагмента цветного изображения в виде трех монохромных изображений позволяет аппроксимировать описания таких фрагментов, инвариантные к некоторым аффинным преобразованиям, в виде проекций пространственных канонических сплайнов.

2. Проведенные эксперименты показали возможность описания фрагментов цветных изображений с использованием проекций пространственных канонических сплайнов.

3. Разработанная программа может быть использована как генератор произвольных фрагментов цветных изображений в процессе исследования и разработки обработки визуальной информации.

4. Разработанная программа может быть использована как генератор произвольных фрагментов цветных изображений в текстильной промышленности для создания индивидуальных расцветок тканей самими заказчиками или с помощью модельеров в присутствии заказчиков, т.к. расцветки можно предсказуемо формировать, перемещая управляющие точки.

Список литературы

1. Vitaliy Vishnevsky, Vladimir Kalmykov, Tatyana Romanenko. Approximation of experimental data by Bezier curves. // International Journal "Information theories & applications". – Sofia. – 2008. – v. 15, № 3 – P. 235.
2. Татьяна Власова, Виталий Вишневский, Владимир Калмыков, Татьяна Романенко. Кодирование объекта полутонового изображения с использованием канонических сплайнов. // Управляющие системы и машины. – 2012. - №1. – С.21-25.
3. Д. Роджерс, Дж. Адамс. Математические основы машинной графики. – Москва: Мир, 2001. – 604 с.
4. Ч. Петцольд. Программирование для Microsoft Windows на C#. В 2-х томах Том 2/ Пер. с англ. – М.: Издательско-торговый дом "Русская Редакция", 2002 – 624 с.: ил.