

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ КРИВОЛИНЕЙНЫХ ГРАНУЛ

Бутенков С.А., Итенберг И.И., Каркищенко А.Н., Кривша В.В., Бачило С.А

Таганрогский государственный радиотехнический университет
E-mail saab@tsure.ru

В работе развивается разработанный авторами метод компактного представления изображений, основанный на разбиении на плоские примитивные элементы (гранулы). Для данной задачи разработан математический аппарат аналитического построения произвольных криволинейных сеток и выделения криволинейных гранул, приближающих исходное изображение. Благодаря свойствам данного представления становится возможным создание на его базе вычислительно эффективных алгоритмов обработки и распознавания изображений.

Введение

Одним из подходов, обеспечивающих одновременно компактификацию и обработку (в том числе и распознавание) различных классов изображений на единой математической основе, является представление изображений в виде двумерных неприводимых элементов, называемых гранулами [1]. В работе [2] был развит метод распознавания изображений путем приближения минимальными неприводимыми элементами по Грассману. Однако разработанный метод нуждается в улучшении для лучшего представления изображений объектов со сложными криволинейными очертаниями, а также для достижения инвариантности представления информации как для смещений исходных изображений, так и для поворотов их вокруг произвольного центра. В указанной работе [2] из-за использования прямоугольных гранул особенно эффективно обрабатывались только изображения с элементами, параллельными координатным осям.

В качестве исходного материала для обработки и распознавания формы в настоящей работе рассматриваются плоские бинарные изображения вида $(a_{ij})_{i=1, j=1}^{i_{\max}, j_{\max}}$, где

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & (i, j) \in K \\ 0, & (i, j) \notin K \end{cases}, \quad i_{\max}, j_{\max} - \text{размеры изображения, } K - \text{множество пикселей, принадлежащих}$$

объекту выделения.

В настоящей работе рассматривается метод отображения сложных объектов на множества произвольных плоских элементов (гранул) с помощью наложения сеток. Метод основан на применении R-моделей геометрических объектов [3], которые расширяют понятие R-функций, введенное В.Л. Рвачевым [4].

Основные положения метода

Способом выделения неприводимых элементов является использование сеток, наносимых на изображение. При этом линии сеток разбивают изображение на непересекающиеся элементы. В [2] предложены алгоритмы объединения малоинформативных гранул с целью уменьшения общего количества гранул изображения. В этой же работе показано, что при обработке и распознавании размытых малоразмерных изображений оптимальное количество гранул не превышает 50.

В настоящей работе предлагается обобщенный математический аппарат представления изображений с помощью односвязных криволинейных неприводимых элементов. Он основывается на понятии R-отображения [4, 5], которое позволяет выполнять аналитическое описание объектов сложной формы, в том числе и криволинейных сеток [6].

В рамках метода R-моделей описанием геометрического объекта является уравнение вида

$$Ru = f, \quad u \in B_1, \quad f \in B_2 \quad (1)$$

где B_1 - множество значений параметров объекта, B_2 - множество качественных градаций, а R - отображение, которое имеет соответствующее отображение на булево множество [4] и строится с помощью R-операций по Рвачеву. Задачу (1) назовем корректной на B_1, B_2 , если для каждого $f \in B_2$ она имеет единственное решение, непрерывно зависящее от f , что достигается выбором соответствующего семейства R-операций [5].

Для получения гранулированного представления модели объекта вида (1) введем множество с некоторой нормой $\|h\|$ и уравнение вида

$$R_h v_h = \varphi_h, v_h \in B_{1h}, \varphi_h \in B_{2h}, \quad (2)$$

а также метод сравнения элементов множеств B_1 и B_{1h} . Будем считать, что (2) определяет гранулированное представление задачи (1), где h - характерный параметр разбивающей сетки, а B_{1h} - множество гранул. Здесь отображение R_h аппроксимирует отображение R . Характерный параметр сетки может выбираться различными способами [6].

Важным с точки зрения оценки погрешности приближения (2) свойством R-отображений является возможность доопределения сеточной функции v_h во все точки множества B_1 с помощью самой R-функции [2]. Тогда условие сходимости элементов $v_h \in B_{1h}$ к элементам $u \in B_1$ можно записать как

$$\|v(x) - u(x)\|_{B_1} \rightarrow 0 \text{ при } \|h\| \rightarrow 0. \quad (3)$$

Уникальным свойством R-отображений является их монотонность при $\|x\| \rightarrow \infty$, а также обращение в 0 функции и ее градиента только на границах объекта [3]. Такое свойство обычно называют нормальностью модели [4].

Для целей моделирования геометрической информации достаточно использовать R-отображение на двоичное множество, тогда уравнение (1) сводится к виду

$$w(\mathbf{x}) = 0, \quad (4)$$

где \mathbf{x} - элемент пространства модели [2]. Систему сеточных поверхностей модели (4) можно задать с помощью возрастающей последовательности значений параметра

$$w(\mathbf{x}) = h_i, i = 1, 2, \dots, N. \quad (5)$$

Для нормированных R-моделей построенная с помощью (5) сетка гарантирует отсутствие пересечений поверхностей и ортогональность к поверхности объекта [4].

Экспериментальное исследование метода

Основные положения разработанного метода и работы [2] послужили базой для разработки программного обеспечения обработки изображений и распознавания формы объектов.

Были проведены эксперименты на изображениях различной сложности, целью которых являлась отработка техники конструирования аналитических описаний различных видов сеток [6]. На Рис. 1 изображены различные визуализации для аналитической модели сетки, позволяющие получить гранулированные представления с различными размерами элементов. В частности, для модели сетки Рис. 1 характерный параметр h легко задается путем выбора уровня среза по высоте для нормированной модели сетки. Аналогичную методику можно применять и для криволинейных сеток сложной формы.

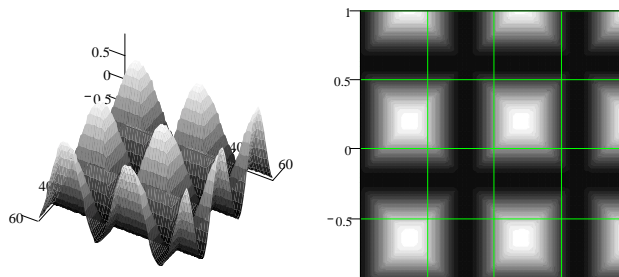


Рис. 1 Различные виды изображений аналитической модели сетки

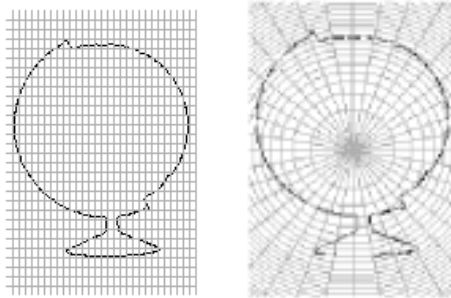


Рис. 2 Изображение, подготовленное к гранулированию с помощью сетки



Рис. 3 Грубое представление объектов с помощью различных типов гранул



Рис. 4 Оптимальное представление объектов с помощью различных типов гранул

Заключение

В работе развивается метод компактного представления изображений с помощью криволинейных производных элементов, позволяющий получать компактные представления широкого круга изображений объектов сложной формы. Благодаря этим качествам он служит основой для высокоэффективных программных систем обработки и анализа как изображений отдельных объектов, так и изображений сцен, составленных из различных объектов сложной формы.

Литература

1. Дюбуа Д., Прад А. К анализу и синтезу нечетких отображений. / в сб. "Нечеткие мн-ва и теория возможностей", ред. Р. Ягера - М:Радио и связь, 1986.
2. Каркищенко А.Н., Бутенков С.А., Итенберг И.И., Кривша В.В. Компактное представление графической информации в системах обработки и передачи изображений.- Доклады 3-й Международной конференции "ЦОС и ее применение", Москва, 2000, т. 2, с. 62-64.
3. Karkishchenko A., Butenkov S., Semery O. Analytical Parameterized Models in Computer Vision. In Proc. 6th International Conf. on Control, Robotics and Vision (ICARCV 2000), Singapore, 5-8 Dec. 2000
4. Рвачев В.Л. Теория R-функций и некоторые ее приложения. - Киев:Наукова думка, 1982.
5. Бутенков С.А. О построении нечетких отображений с помощью аналитических моделей. Новости искусственного интеллекта, №3, 2000, с. 134-138.
6. Сакович В.С. Генерация расчетных сеток при помощи неявных функций. ЖВМ и МФ, №7, т. 32, с. 1019-1028, 1992.

ANALYTICAL GRIDS DESIGNING FOR CURVILINEAR POLYHEDRON IMAGES

Butenkov S., Itenberg I., Karkishchenko A., Krivsha V., Batchilo S.

Taganrog state university of Radioengineering
E-mail saab@tsure.ru

The new method for efficiency image representation are presented in this work. Also new mathematical apparatus released for granulated maps from geometrical space to image plane. Designed algorithms for efficient image and scene recognition are implemented on special software on Java.

Introduction

Earlier works of Dubois and Prade are related with general idea of granulated image representation [1]. In our paper [2] new method for minimized rectangle primitive measures was considered. We can use binary images described as $(a_{ij})_{i=1, j=1}^{i_{\max}, j_{\max}}$, where $a_{ij} = \begin{cases} 1, (i, j) \in K \\ 0, (i, j) \notin K \end{cases}$, i_{\max}, j_{\max} – image dimensions and

K – set of object pixels.

New work based on analytical models for complicated geometrical objects named as R-models [3], which expanded Ravgtchev's R-functions [4].

The basic aspects for new method

New modeling technique are based on R-maps in parameter space, that introduced in [4, 5]. R-maps connected with the complicated object equations and которое позволяет выполнять аналитическое описание объектов сложной формы, curve-line grids designing [6].

Consider equation for geometrical object as

$$Ru = f, u \in B_1, f \in B_2 \tag{1}$$

where B_1 - set of object parameters, B_2 - set of quality kinds, and R – functional mapping [4].

Problem (1) must be correct on B_1, B_2 , if for the each $f \in B_2$ it's contains uniqueness solution, continuously related with f . Like requirements may be provided by according set of R-operations [5].

For the granulated problem representation consider set with the norm $\|h\|$ and related equation

$$R_h v_h = \varphi_h, v_h \in B_{1h}, \varphi_h \in B_{2h} \tag{2}$$

Also we need the compare technique for B_1 and B_{1h} sets. As a result, R mapping a approximated by R_h mapping.

We can define convergence requirements for $v_h \in B_{1h}$ to $u \in B_1$ as $\|v(x) - u(x)\|_{B_1} \rightarrow 0$ for $\|h\| \rightarrow 0$.

Set of grid surfaces for object-like grid we can define as

$$w(\mathbf{x}) = h_i, i = 1, 2, \dots, N \tag{3}$$

In this case crossability absence is guaranted [4].

Conclusions

Presented image processing method provides most efficient algorithms for computer graphics and image processing systems. Main features of the mathematical apparatus connected with the completed shape object analysis and completed (multi-object) scenes recognition.

References

1. Dubois D., Prade H. Fuzzy relations analysis. / In. "Fuzzy sets and Possibility theory ", ed. by R.Yager- M:Radioi svyaz, 1986.
2. Karkishchenko A.N., Butenkov S.A., Itenberg I.I., Krivsha V.V. Compact presentation of the Graphic Information in the Systems of the Image Processing and Transmission.- In Proc. Of 3rd In. Conf. "Digital Signal Processing and its Applications", Moscow, 2000, vol. 2, pp. 62-64.
3. Karkishchenko A., Butenkov S., Semery O. Analytical Parameterized Models in Computer Vision. In Proc. 6th International Conf. on Control, Robotics and Vision (ICARCV 2000), Singapore, 5-8 Dec. 2000
4. Rvatchev V.L. R-functions Theory and Applications.- Kiev:Naukova dumka, 1982.
5. Butenkov S.A. To Fuzzy Relations Designing by means of Analytical Models.- AI News, №3, 2000, pp. 134-138.
6. Sakhovitch V.S. Grids Designing by means of Implicit Functions.- Comp. Math. and Math. Phisycs Magasine, №7, vol. 32, pp. 1019-1028, 1992.