

Для $\gamma = 7900 \text{ кг/м}^3$, $C=505 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{град)}$, $\lambda = 14,5 \text{ Вт/(м}\cdot\text{град)}$ был проведен анализ полученного решения, из которого следует, что температурное поле на внешней поверхности коллектора ($x=h$) устанавливается за доли секунды и остается практически неизменным в течение десятков секунд (рис.2). Это позволяет сделать важный вывод о том, что в течение этого промежутка времени поле можно считать стационарным. На рис. 2 показано, как изменяется во времени температура малоинерционного поверхностного пленочного терморезистора с тепловой постоянной времени 0,15 с (предполагалось, что терморезистор является инерционным звеном первого порядка). Через 1-2 с после начала теплового процесса в коллекторе температура поверхности и показания датчика практически совпадают. Начиная с этого момента времени, возможна регистрация температурного поля с помощью этих датчиков без коррекции динамических погрешностей.

УДК 681.51:007.5

В.В.Сергеев, О.Н.Сигунова

АЛГОРИТМ ГЕНЕРАЦИИ ТЕСТОВЫХ МОЗАИЧНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

(г. Куйбышев)

При исследовании алгоритмов и создании систем обработки сигналов часто приходится решать задачу имитации объектов. Данная задача приобретает специфический характер в случае двумерных сигналов - изображений, которые являются объектами сложной и разнообразной структуры, плохо поддающейся формальному описанию. Этой сложностью объясняется большое число моделей изображений, разработанных к настоящему времени [1 - 5], которые с разной степенью адекватности описывают изображения различных типов, отражая те или иные их характерные особенности.

В одном из классов модели изображения (поля яркости) представляются в виде совокупности областей, различающихся по характеристикам и разделенных резкими границами - контурами. Это так называемые мозаичные или "составные" модели [1 - 4], они хорошо описывают изображения типа аэрофотоснимков, срезов поликристаллических материалов, рентгенограмм и т.п. В простейших вариантах мозаичная модель описывает изображение как двумерное кусочно-постоянное поле яркости. Именно такие поля рассматриваются далее.

Следует отметить, что далеко не все модели дают конструктивную основу для имитации (генерации) изображений на ЭВМ. Некоторые из них рассматриваются только в теоретическом плане, например, при решении задач синтеза алгоритмов обработки изображений [1,4,5]. Дополнительные реализационные ограничения выдвигаются здесь со стороны сложности алгоритма генерации.

Сравнительно несложная процедура генерации мозаичных изображений может быть получена на основе модели, описанной в [2]. В соответствии с ней контуры изображения образуются в результате его разбиения набором случайно ориентированных прямых линий, а каждой полученной выпуклой многоугольной области придается случайное значение яркости. Построенное таким способом изображение обладает важным свойством изотропности (его статистические характеристики одинаковы в любом направлении в плоскости изображения). Однако данный алгоритм для некоторых приложений все-таки недостаточно прост, произвольная ориентация контурных линий влечет за собой его реализацию в виде двухэтапной вычислительной схемы: на первом этапе генерируются линии (строится контурное изображение), на втором - производится "раскраска" областей (присвоение им значений яркости). Такая схема требует создания при генерации промежуточного изображения, что часто невозможно из-за ограниченной памяти ЭВМ. Кроме того, она не позволяет последовательно получать элементы изображения, например, в порядке его построчной развертки.

Указанные недостатки могут быть устранены при генерации изображений с прямоугольными или параллелограммными областями (т.е. при использовании контурных линий только двух фиксированных направлений), как это предложено в [3]. Однако характеристики таких изображений существенно отличаются от изотропных.

В данной статье предлагается алгоритм последовательной генерации отсчетов случайного мозаичного изображения, обладающего статистическими характеристиками, сколь угодно близкими к изотропным.

Модель изображения и ее корреляционные свойства. В основу алгоритма генерации положена следующая модель изображения, условно помещенного в плоскость XOY .

На плоскости задается N направлений при помощи лучей Op_n , расположенных под углами φ_n к оси Ox ($n = 0, N-1$) (рис.1). Перпендикулярно каждому из этих лучей строится совокупность прямых, точки пересечения которых с линией, заданной лучом, образуют пуассоновский поток (интенсивность потока для n -го направления - λ_n).

В результате взаимного пересечения прямые разных направлений образуют на изображении M -угольные выпуклые области, где $3 < M < 2N$. Каждой из областей независимо от других назначается случайное значение яркости в соответствии с заданным распределением.

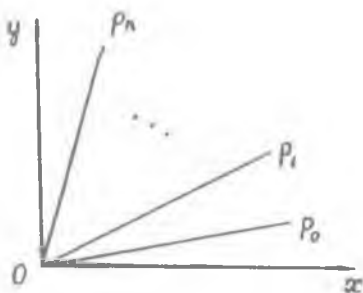
Определим корреляционные свойства полученного таким образом поля яркости вдоль произвольного направления. Пусть линия Oz расположена под углом θ к оси Ox . Одномерный случайный процесс, соответствующий изменению поля вдоль этой линии, представляет собой кусочно-постоянную функцию с независимыми случайными значениями. Моменты смены значений функции - точки пересечения Oz прямолинейными контурами. Точки пересечения контурных линий, построенных на базе луча Op_n , с линией Oz образуют поток с интенсивностью $\lambda_n / |\cos(\gamma_n - \theta)|$ (рис.2). Интенсивность λ_Σ потока смены значений кусочно-постоянной функции есть сумма интенсивностей потоков пересечений линии Oz контурами всех направлений:

$$\lambda_\Sigma(\theta) = \sum_{n=0}^{N-1} \lambda_n / |\cos(\gamma_n - \theta)|. \quad (1)$$

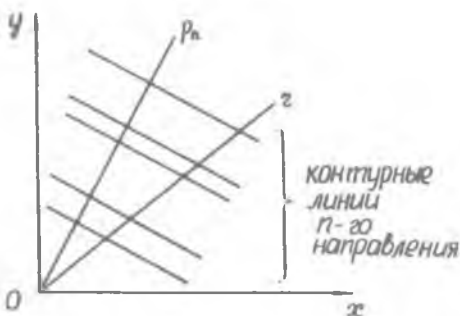
Известно (см. [6], п.18.II-4), что нормированная автокорреляционная функция рассматриваемого одномерного случайного процесса определяется соотношением

$$R(\Delta z) = e^{-\lambda_\Sigma(\theta) |\Delta z|}, \quad (2)$$

где Δz - расстояние по оси Oz между двумя точками случайного поля.



Р и с. 1. Базовые направления для построения контурных линий



Р и с. 2. Пересечение произвольной прямой контурами одного направления

Ограничимся далее рассмотрением частного случая, для которого

$$y_n = \frac{\pi n}{N}, \lambda_n = \lambda \quad (n = \overline{0, N-1}). \quad (3)$$

Из выражения (1) получаем

$$\lambda_{\Sigma}(\theta) = \lambda \sum_{n=0}^{N-1} \left| \cos\left(\frac{\pi n}{N} - \theta\right) \right|. \quad (4)$$

Анализ выражений (2), (4) показывает, что уровни равной корреляции поля представляют собой правильные $2N$ -угольники. Зависимость статистических свойств поля от направления можно характеризовать величиной

$$C = \frac{\max_{\theta} \lambda_{\Sigma}(\theta)}{\min_{\theta} \lambda_{\Sigma}(\theta)} = \frac{1}{\cos \frac{\pi}{2N}}.$$

С ростом N эта величина быстро приближается к единице:

при	$N = 2$	$C \approx 1,414;$
при	$N = 3$	$C \approx 1,154;$
при	$N = 4$	$C \approx 1,082.$

Дальнейшее увеличение N едва ли целесообразно, так как только усложняет модель, а поле уже стало практически изотропным.

Реализация алгоритма. Введенная модель позволяет предложить общую процедуру генерации изображений.

Сначала генерируются N случайных пуассоновских потоков с интенсивностями $\{\lambda_n\}_{n=0}^{N-1}$ на интервалах, достаточных для того, чтобы построить на их базе контурные линии, полностью покрывающие изображение. Генерируется также массив случайных чисел $\{s_i\}_{i=0}^{I-1}$ в соответствии с заданным распределением вероятностей значений яркости в области поля. Длина I этого массива должна выбираться так, чтобы представленная в нем выборка достаточно полно характеризовала генеральную совокупность.

далее начинается собственно синтез поля яркости. В качестве осей абсцисс сгенерированных потоков выступают направления $\{OP_n\}_{n=0}^{N-1}$ (см. рис. 1). для каждой точки изображения по ее координатам $\{x, y\}$ и выбранному множеству направлений во всех потоках определяют номера интервалов, в которые попадает точка $K_n (n = \overline{0, N-1})$. Конкретный набор этих номеров задает единственную область кусочно-постоянного

поля и может быть использован для выбора значения яркости для рассматриваемой точки изображения. Номер i элемента массива случайных чисел - значений яркости - можно вычислять, например, по формуле

$$i = \sum_{n=0}^{N-1} a_n k_n \pmod{I}, \quad \text{где } \{a_n\}_{n=0}^{N-1} - \text{некоторые константы.}$$

Очевидно, такой алгоритм позволяет присваивать значения яркости точкам изображения, выбираемым в произвольной последовательности, и не предъявляет высоких требований к емкости памяти ЭВМ.

Отметим одну деталь, касающуюся задания исходных данных для алгоритма в частном случае, когда выполняются условия (3), $N=4$, и генерируется квадратная сетка отсчетов изображения, взятых с единичным шагом. С точки зрения пользователя требования к корреляционным свойствам изотропного поля яркости удобно задавать через коэффициент корреляции между соседними отсчетами по строке ρ . При $\Delta z=1$ и $\theta=0$ выражения (2) и (4) приводятся к следующему виду:

$$\rho = e^{-\lambda z(0)}; \quad \lambda z(0) = (1 + \sqrt{2})\lambda.$$

Отсюда получаем, что интенсивность каждого из четырех пуассоновских потоков $\lambda = (1 - \sqrt{2}) \ln \rho$.

Кроме коэффициента корреляции ρ в исходных данных для генерации должны задаваться параметры функции распределения яркости и общие размеры изображения. Для этого частного случая создана программа, позволяющая получать случайные кусочно-постоянные изображения с нормальным распределением яркости в областях. Программа разработана на языке Фортран-4 в стандарте пакета прикладных программ обработки изображений и цифровой голографии [5]. Ее широкое применение при моделировании различных алгоритмов обработки изображений подтвердило высокую вычислительную экономичность предложенной процедуры генерации.

Л и т е р а т у р а

1. Розенфельд А., Дейвис Л.С. Сегментация и модели изображения. - ТИИЭР, т.67, № 5, 1979, с. 71-81.

2. Schachter B., Ahuja N. Random Pattern Generation Processes. - Comput. Graph and Image Process, 1979, 10, N2, p. 95-114.

3. Modestino J.W., Pzies R.W., Dickey A.L. Stochastic Image Models Generated by Random Tessellations of the Plane. - Comput. Graph and Image Process, 1980, 12, N4 p. 74-98.

4. Миркин Л.И. Измерение статистических характеристик изображений. - В кн.: Вопросы кибернетики. Иконика. Цифровая обработка и фильтрация изображений. - Научный совет по комплексной программе "Кибернетика" АН СССР, 1978. с. 73-98.

5. Виттих В.А., Сергеев В.В., Соффер В.А. Обработка изображений в автоматизированных системах научных исследований. - М.: Наука, 1982. - 220с.

6. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике. - М.:Наука, 1970.- 720с.

УДК 681.327.12

С.В.Б а р а н к и н

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ В СТАНДАРТЕ КАМАК

(г. Куйбышев)

В настоящее время одним из наиболее актуальных направлений научных исследований и разработок является автоматизация. Внедрение ее в различные отрасли народного хозяйства повлекло за собой создание целого ряда АСНИ и АСУ ТП, большую часть которых составляют сейчас системы на базе микроЭВМ. При разработке таких систем достаточно важным является вопрос о выборе средств для оперативного управления и организации диалога. Здесь существует ряд проблем, решение которых в каждом конкретном случае требует индивидуального подхода. С одной стороны, разнообразие решаемых задач требует использования в качестве устройства управления универсального средства такого, например, как дисплей. С другой стороны, для управления конкретной системой необходимо небольшое число команд, и их удобнее выдавать при помощи специальной целевой клавиатуры.

Оба варианта приемлемы, но каждый имеет свои недостатки. Применение универсального алфавитно-цифрового дисплея удобно, но экономически нецелесообразно, так как его стоимость сравнима со стоимостью всей остальной системы, а богатые возможности практически не используются. Кроме того, значительно увеличивается время реакции и вероятность ошибки оператора, так как для управления системой ему необходимо набрать на клавиатуре мнемонический код команды.