

Привезенцев Д.Г.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
E-mail: dgprivezencev@mail.ru*

Нечеткое древовидное представление цифрового изображения

Для использования всех возможностей нечетких множеств необходимо модифицировать разработанную в [1-3] фрактальную модель и привести ее к нечеткому виду.

Во время построения фрактального кода изображения формируется множество ранговых блоков, доменных блоков и величин ошибок аппроксимации:

$$R = \{R_i\}, R_i = \{D_j, \xi_{i,j}\}.$$

Тогда, используя (8), выражение (9) можно выразить с использованием нечеткого множества

$$R = \{D_j, \mu_R(D_j), 1 - \mu_R(D_j) | D_j \in D\} \quad (1)$$

Тогда функция принадлежности $\mu_R(D_j)$ будет иметь вид:

$$\mu_R(D_j) = \frac{\xi_j}{\xi_{\max}},$$

где ξ_{\max} – максимальная ошибка аппроксимации, которая определяется как разница между абсолютно черным и абсолютно белым изображениями

$$\xi_{\max} = \frac{255}{\sqrt{m \cdot n}},$$

где m, n – размеры изображений.

Представим изображение f в виде графа $G = (V, \bar{U})$, где V – список ранговых блоков изображения, \bar{U} – связи между ранговыми блоками. Тогда процесс формирования дерева ранговых блоков изображение можно расписать следующим образом. Имеется ранговый блок нулевого уровня R^0 , которому соответствует все изображение, т.е. $v_1 = R^0$. Он содержит ранговые блоки первого уровня $\{R_1^1, R_2^1, R_3^1, R_4^1\} \in R^0$, т.е.:

$$v_2 = R_1^1, v_3 = R_2^1, v_4 = R_3^1, v_5 = R_4^1,$$

$$\{\bar{u}_1 = (v_1, v_2), \bar{u}_2 = (v_1, v_3), \bar{u}_3 = (v_1, v_4), \bar{u}_4 = (v_1, v_5)\} \in \bar{U}.$$

Продолжив далее формирование фрактального кода, получается законченное дерево ранговых блоков, из которого строится изображение. Фрагмент дерева ранговых блоков приведен на рисунке 2.

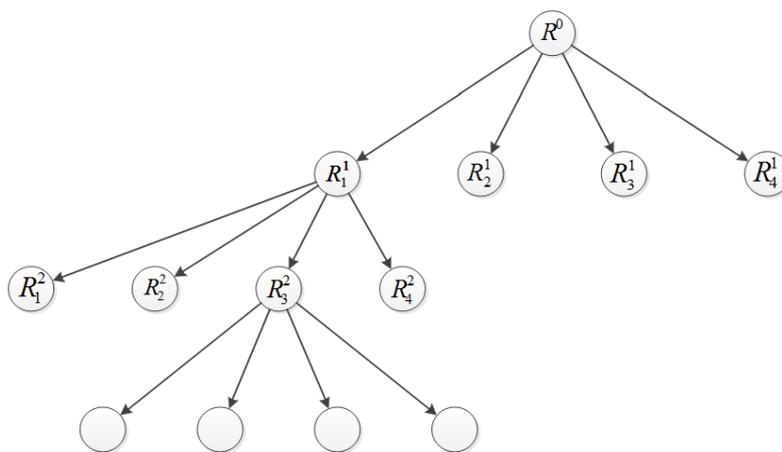


Рис. 1– Фрагмент дерева ранговых блоков

Оператор формирования фрактального кода, в частности фрактального дерева, назовем прямым фрактальным преобразованием:

$$F(f, D) = \Phi, \quad (2)$$

где Φ – получаемый фрактальный код изображения f с помощью оператора F . Кроме того, дополнительным параметром оператора является список доменных блоков D изображения, участвующих в формировании кода.

Кроме прямого преобразования существует обратное фрактальное преобразование, которое формирует изображение по фрактальному коду:

$$f' = F^*(\Phi, D) = F^*(F(f, D)). \quad (3)$$

Для правильного восстановления изображения по его фрактальному коду, важно, чтобы в преобразованиях использовался одинаковый список доменных блоков D .

В изначальном варианте формируемый фрактальный код является полным. Это означает, что каждая вершина графа имеет одного родителя и четырех потомков, но длина нисходящей цепочки не превышает глубины квадродерева, которая задается на начальном этапе построения кода.

Если для восстановления изображения оператором (3) в качестве параметра Φ использовать полное дерево, тогда изображение f' будет максимально похоже на исходное изображение.

Для целей получения видоизмененных изображений используются неполные деревья ранговых блоков. Для формирования неполного дерева используется оператор вида:

$$\Phi^* = \Gamma(\Phi). \quad (4)$$

Вид оператора Γ зависит от требуемого результата. Так, например, убрав некоторые ветки фрактального дерева, можно добиться получения изображения, на котором участки, за которые отвечали удаленные ветки, будут сглаженными, а остальные участки четкими.

Учитывая (1) пороговый оператор Γ может выглядеть следующим образом:

$$\Gamma(\Phi) = \{R', D\}, R' = \{R_i | \mu_R(D_i) > \varepsilon\} \quad (5)$$

Оператор (5) позволяет использовать только ранговые блоки, значение функции принадлежности которых больше заданного порогового значения ε .

Таким образом, предлагается новая нечеткая фрактальная модель изображения, являющаяся модификацией, ранее разработанной фрактальной модели, за счет использования нечетких множеств для формирования фрактального кода. Использование двух перспективных подходов позволит использовать преимущества фрактальных методов обработки изображений совместно с возможностями нечетких множеств и нечеткой логики.

Разработанная модель предоставляет возможности для дальнейшей разработки алгоритмов обработки изображений, основанных на обработке нечеткого фрактального кода методами анализа нечетких множеств.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-47-330073.

Литература

1. Привезенцев Д.Г., Жизняков А.Л. Фрактальная модель цифрового изображения // Алгоритмы, методы и системы обработки данных. 2010. № 15. С. 147-152.
2. Жизняков А.Л., Привезенцев Д.Г. Использование характера распределения самоподобия в качестве признака цифрового изображения в задаче обнаружения объектов по аэрофотоснимкам // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2013. № 4 (12). С. 44-50.
3. Привезенцев Д.Г., Жизняков А.Л. Выделение локальных признаков самоподобия цифрового изображения // Методы и устройства передачи и обработки информации. 2010. № 12. С. 54-58.