



Ю.Д. Выборнова, А.И. Максимов

## МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО ХАОТИЧНО РАЗБРОСАННОМУ НАБОРУ ТОЧЕК

(Самарский университет)

### **Введение**

В задаче обработки изображений для прогнозирования значений растровых ячеек при наличии некоторого ограниченного числа входных точек на двумерной сетке, как правило, применяются методы интерполяции [1]. Быстрые алгоритмы интерполяции предполагают, что значение в некотором местоположении на изображении будет предсказано по нескольким ближайшим точкам, а не по всему набору известных значений. Однако опорные точки могут быть выбраны по-разному. В связи с этим далее приведен сравнительный анализ различных алгоритмов формирования набора опорных точек.

### **Методы восстановления изображений по хаотично разбросанному набору точек**

В данной работе исследуются 4 метода восстановления изображений по хаотично разбросанному набору точек. В основе каждого метода лежит классический метод линейной интерполяции [2]. Интерполяция производится по опорным точкам, полученным с помощью перехода к 1-D сигналу, а также на основе 2-D треугольного разбиения, построенного на основе триангулированной нерегулярной сети [1]. Переход к 1-D сигналу осуществляется на основе линейной развертки [2], зигзагообразной развертки [3], а также развертки Гильберта-Пеано [4]. Триангулированная нерегулярная сеть строится с использованием триангуляции Делоне [5].

### **Экспериментальное исследование ошибки восстановления**

В данной работе было проведено экспериментальное исследование среднеквадратической ошибки (СКО) восстановления в зависимости от выбранного типа представления сигнала.

В качестве тестового набора использовался набор полутоновых изображений университета Ватерлоо Waterloo Greyscale Set 2 [6]. Изображения, входящие в его состав, представлены на рисунке 1.

Эксперимент был построен следующим образом. Для изображений были сгенерированы псевдослучайные маски с долей зашумления от 0,1 до 0,9 с шагом 0,1. На тестовом изображении удалялись отсчеты в соответствии с маской, после чего производилось преобразование набора точек в одномерный по одной из схем развертки, либо в двумерный по схеме триангуляции Делоне. Далее неизвестные значения оценивались с помощью линейной интерполяции, после чего подсчитывалась СКО между восстановленным и исходным изображениями.

В результате проведенного исследования были построены зависимости СКО от доли зашумления изображения. Данные зависимости представлены на рисунке 2.



Рисунок 1 – Изображения Waterloo Greyscale Set 2

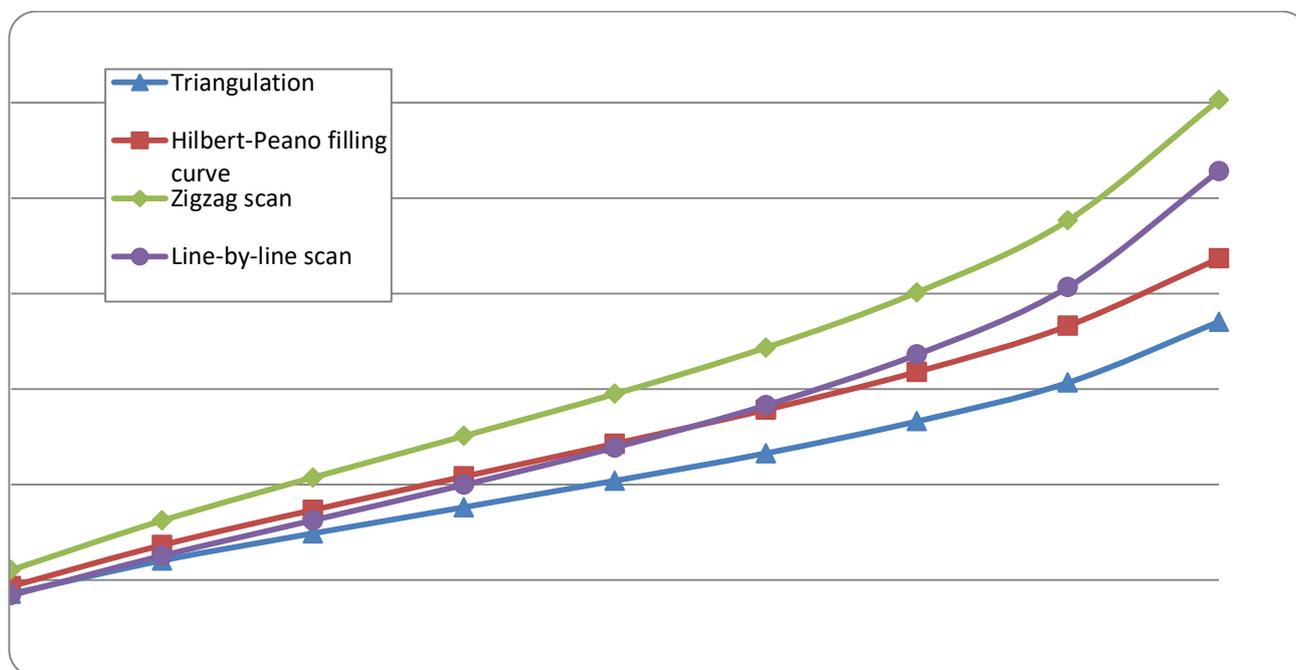


Рисунок 2 – Зависимости СКО от доли зашумления интерполируемого изображения для исследуемых алгоритмов представления сигнала



Представленные значения являются усредненными по всему тестовому набору.

Из приведенных зависимостей видно, метод восстановления на основе триангулированной нерегулярной сети превосходит остальные, поскольку дает наименьшее значение СКО. Наибольшее значение СКО демонстрирует метод восстановления на основе зигзагообразной развертки.

### **Заключение**

В работе приведен сравнительный анализ различных алгоритмов формирования набора опорных точек, полученного путем различного представления исходного сигнала, в задаче восстановления изображений по хаотично разбро- санному набору точек. Наилучший результат демонстрирует метод восстанов- ления на основе триангуляции Делоне, наихудший – на основе зигзагообразной развертки.

### **Благодарности**

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (№ 19-07-00474 А).

### **Литература**

1 Выборнова, Ю.Д. Исследование методов пространственной интерполя- ции в задаче восстановления частично определенных изображений / Ю.Д. Вы- борнова // Сборник трудов IV международной конференции и молодежной школы «Информационные технологии и нанотехнологии» (ИТНТ-2018). – 2018. – САМАРА: Новая техника. – С. 683-690.

2 Гашников, М.В. Методы компьютерной обработки изображений, под ред. В.А. Сойфера – 2 изд., испр. / М.В. Гашников, Н.И. Глумов, Н.Ю. Ильясо- ва, В.В. Мясников, С.Б. Попов, В.В. Сергеев, В.А. Сойфер, А.Г. Храмов, А.В. Чернов, В.М. Чернов, М.А. Чичева, В.А. Фурсов. – М.: Физматлит, 2003. – 784 с.

3 Candra, R. The Implementation of an Efficient Zigzag Scan / R. Candra, S. Madenda, S.A. Sudiro, M. Subali // Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering. – 2017. – № 9 (2). – Melaka :Universiti Teknikal Malaysia Melaka – P.95-98.

4 Сергеев, В.В. Обработка изображений с использованием развертки Гильберта-Пеано / В.В. Сергеев // Автометрия. –1984. – №2. – Новосибирск: Издательство Сибирского отделения Российской академии наук. – С.30-36.

5 Zalik, B. / An efficient sweep-line Delaunay triangulation algorithm // Zalik, B. // Computer-Aided Design – 2005. – № 37. – Amsterdam: Elsevier.–P.1027–1038

6 Waterloo Greyscale set 2 [Электронный ресурс] Repository - Waterloo Fractal - University of Waterloo — Режим доступа: URL: <http://links.uwaterloo.ca/Repository.html> (11.05.19).