

Корсаков А.С.

*Научный руководитель: к.т.н., доц. каф. ИС Еремеев С.В.**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**123-456-7890@mail.ru***Разработка алгоритма структурного сравнения деревьев**

Одним из методов, которые относятся к топологическому анализу данных, является персистентная гомология, основная суть которой, в свою очередь, это выявление таких структур, которые наименее подвержены изменениям при топологических искажениях [1]. Одна из форм, в которую конвертируются топологические данные [2] объекта, полученные с помощью метода персистентной гомологии, называется баркод. Приведенный в текстовый вид, баркод можно описать в виде дерева:  $T = (N, E)$ , где вершины  $N = \{N_1, N_2, \dots, N_n\}$  являются дырами и хранят в себе информацию о времени жизни, и ребра  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_m\}$ . Разность итераций уничтожения и появления дыры называется временем жизни дыры. Баркоды используются для построения другой формы – дерева, в котором дыры являются вершинами, а ребрами – их связь родитель-потомок. Пример построенного дерева продемонстрирован на рисунке 1.

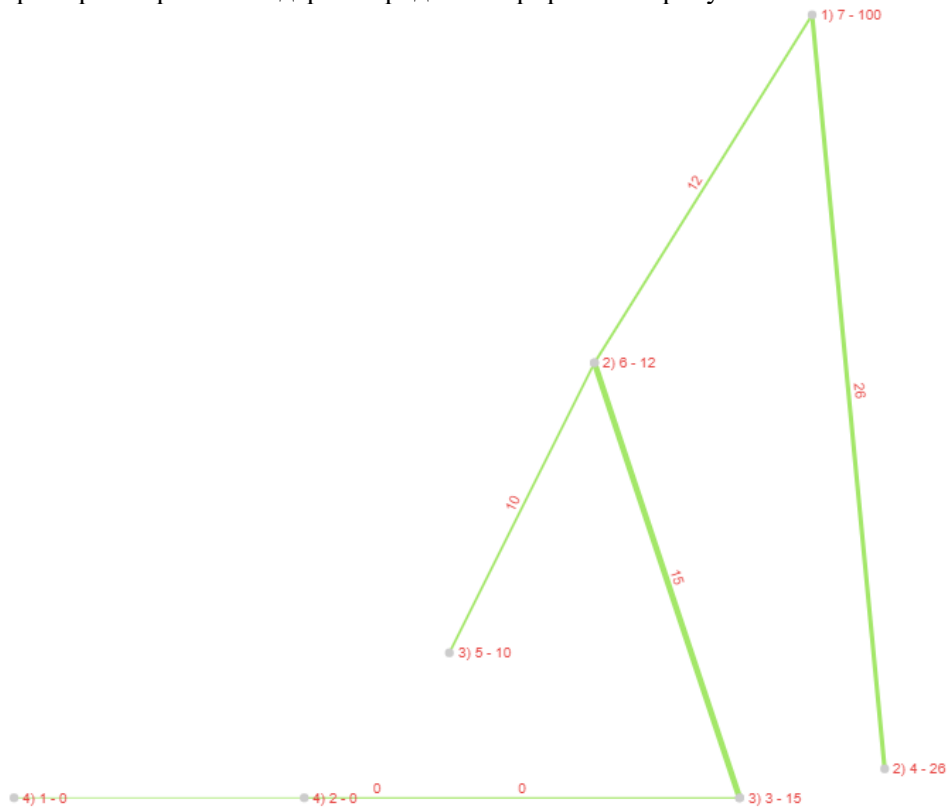


Рисунок 1 - Пример построенного дерева

Для сравнения деревьев разработан алгоритм, вычисляющий их схожесть, который выдает результат от 0 до 1. Сравнение производится на основе главной ветви каждого дерева. Главная ветвь – это такой путь от корня до листа дерева, в котором суммарное время жизни будет максимальным.

Одно дерево принимается за эталон и производится его сравнение с другим. Осуществляется проход по дырам главной ветви эталона и проверяется наличие соответствующей дыры в другом дереве. Алгоритм можно описать следующей формулой:  $Eq = \frac{\min(B_1, B_2)}{\max(B_1, B_2)}$ , где  $Eq$  - значение

схожести,  $B_1$  - главная ветвь первого дерева,  $B_2$  - главная ветвь второго дерева,  $\max$  - функция поиска максимального значения,  $\min$  - функция поиска минимального значения.

В качестве примера произведено сравнение четырех реальных изображений озера Айраг-Нуур за период с 2010 по 2016 годы с шагом 2 года. Данные изображения представлены на рисунке 2, где снимок сделан: а) в 2016 г.; б) в 2014 г.; в) в 2012 г.; и г) в 2010 г.

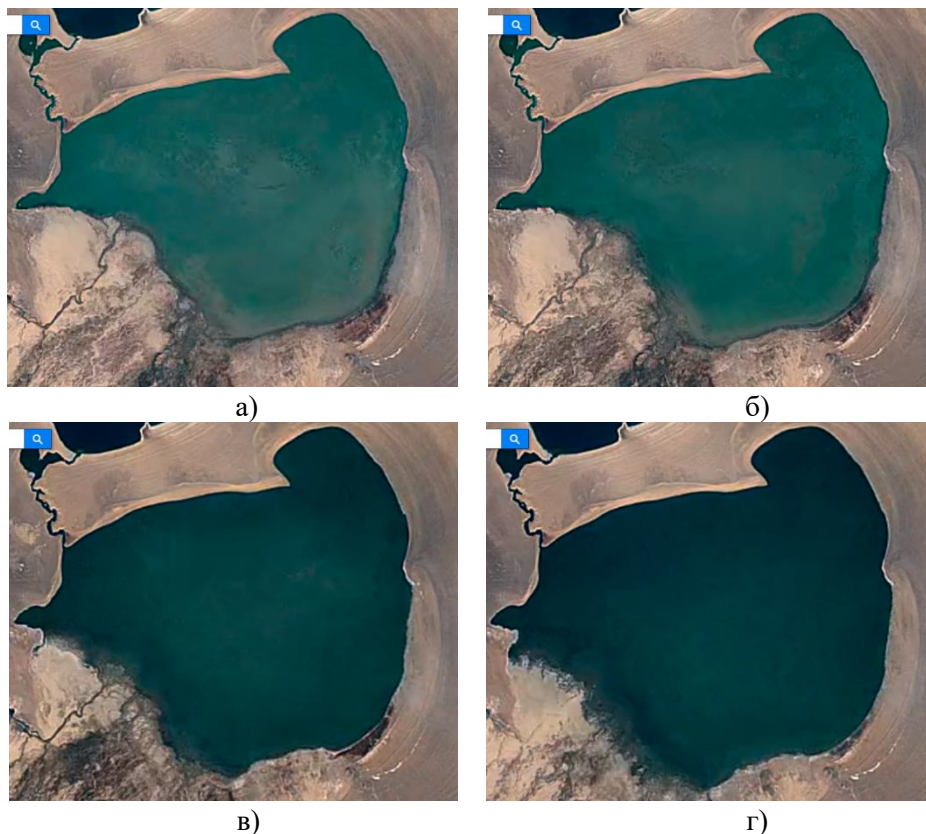


Рисунок 2 – Пример сравнения реальных изображений

В таблице 1 представлена матрица смежности, показывающая схожесть объектов, полученная в результате сравнения по структуре.

Таблица 1

	2010	2012	2014	2016
2010	1	0,9	0,81	0,8
2012	0,9	1	0,88	0,86
2014	0,81	0,88	1	0,91
2016	0,8	0,86	0,91	1

На основании полученных результатов можно сказать, что алгоритм может применяться для анализа и сравнения объектов. Анализ простых объектов, таких как круг, квадрат, треугольник показал, что баркоды к ним получаются практически идентичными, так как состоят из одной дыры на всем протяжении работы метода персистентной гомологии, и данный алгоритм покажет, что объекты идентичны, что верно с точки зрения топологии.

### Литература

1. Ereemeev, S.V., Kuptsov K.V. and Andrianov D.E. Checking the topological consistency on maps of different scales // Supplementary Proceedings of the Fifth International Conference on Analysis of Images, Social Networks and Texts (AIST 2016). 2016. P. 124-133.
2. Zhao, L., Peng, Q. and Huang, B. Shape Matching Algorithm Based on Shape Contexts // IET Computer Vision. 2015. Vol. 9, No. 5. P. 681-690.