Исследовательская работа
По теме «Кластеризация данных»

Выполнила

Студентка КММ0-01-23

Плахотина Ю. С.

Москва, 2023–2024 г.

Оглавление

Введение

В программном обеспечении ClustSystem были реализованы такие методы кластеризации, как BIRCH, CURE и ROCK с помощью библиотек pyclustering и scikit-learn.

Целью работы является оценка работоспособности и качества ПО в генерации и кластеризации данных.

Задача – провести кластеризацию данных различной размерности, поработать с неоднородными данными и рассмотреть влияние задаваемых параметров на конечный результат.

Генерация распределений

В рамках исследования работы программы были рассмотрены различные наборы данных.

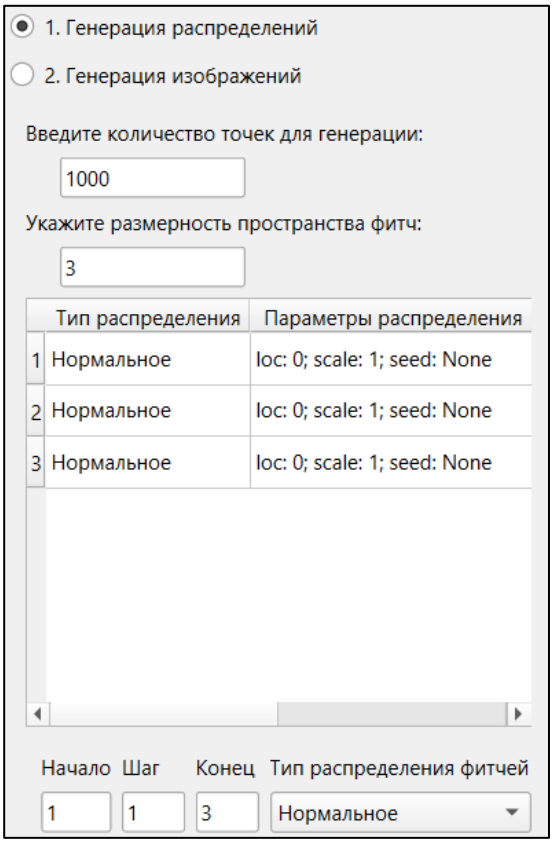


Рисунок 1 – входные данные генерации распределения

Сгенерируем 1000 точек в пространстве размерности 3. Возьмем стандартное нормальное распределение с $\mu = 0$ и $\sigma = 1$. Сравним результаты работы алгоритмов BIRCH-P и BIRCH-S. Можно заметить, что при одинаковом количестве кластеров количество элементов в них существенно отличается. Похожая проблема наблюдается в CURE и ROCK. Дело в том, что данные алгоритмы реализованы с помощью устаревшего pyclustering, а BIRCH-S используется из scikit-learn.

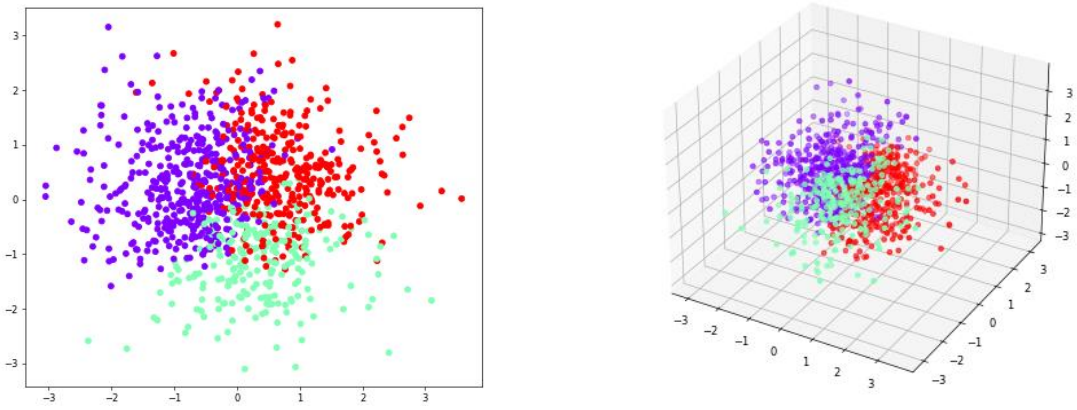


Рисунок 2 – результат кластеризации BIRCH-S алгоритмом

Время работы алгоритма	0.015625
Показатель DunnIndex	0.01788602205943323
Показатель DunnIndexMean	0.421281049512545
Показатель DBi	1.4776828069561347

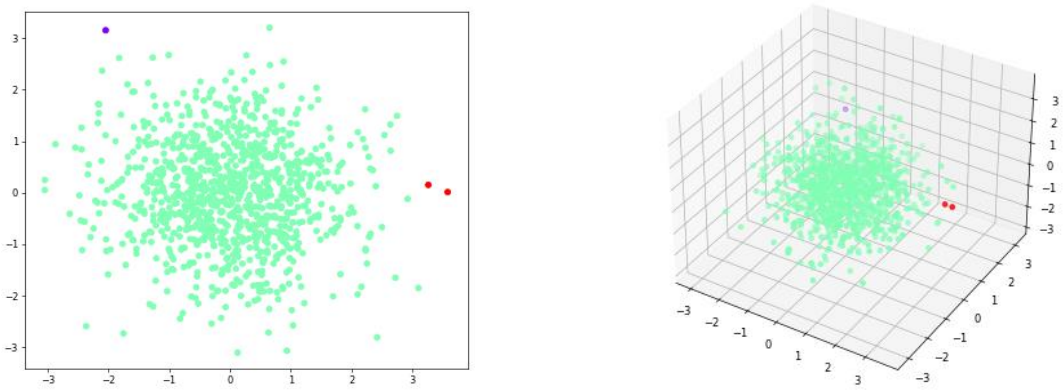


Рисунок 3 – результат кластеризации BIRCH-P алгоритмом

Время работы алгоритма	0.453125
Показатель DunnIndex	0.1474016514473182
Показатель DunnIndexMean	0.5068028560462193
Показатель DBi	0.43871971301986923

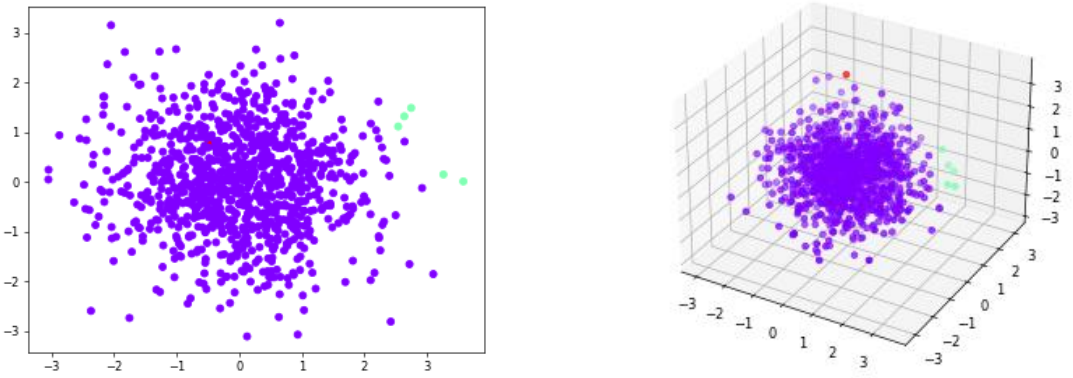


Рисунок 4 – результат кластеризации ROCK алгоритмом

Время работы алгоритма	120.578125
Показатель DunnIndex	0.06046279402787573
Показатель DunnIndexMean	0.47066552694140146
Показатель DBi	0.8245495601067467

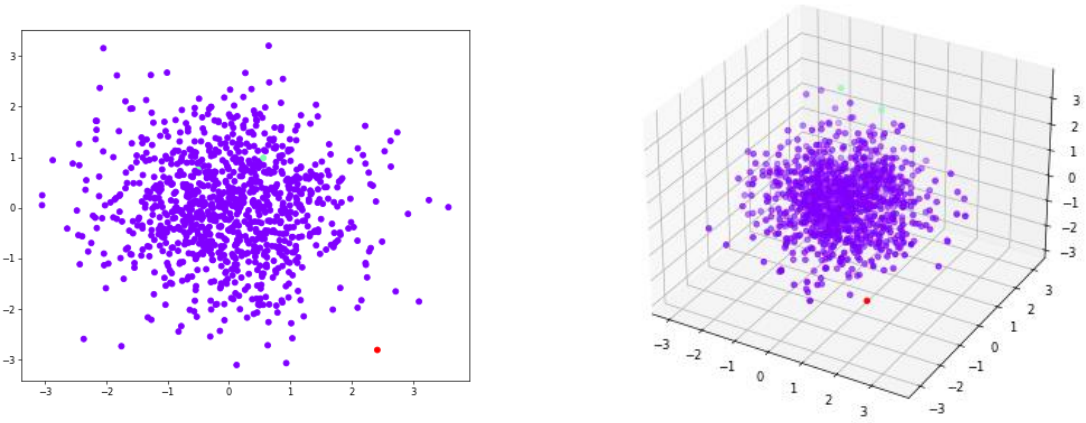


Рисунок 5 – результат кластеризации CURE алгоритмом

Время работы алгоритма	4.359375
Показатель DunnIndex	0.10668970743209803
Показатель DunnIndexMean	0.5269471447786228
Показатель DBi	0.7834504266624879

Данные алгоритмы могут работать и с большим количеством точек, однако в рамках данного исследования мы столкнулись с нехваткой вычислительных мощностей, поэтому рассматриваем более малоразмерные примеры.

На данном примере заметим, что BIRCH-S лучше всего показывает себя по времени выполнения. Проблему с несбалансированным количеством элементов в кластерах можно решить, задавая для каждого алгоритма новые параметры.

Рассмотрим это на примере кластеризации изображения.

Кластеризация изображений

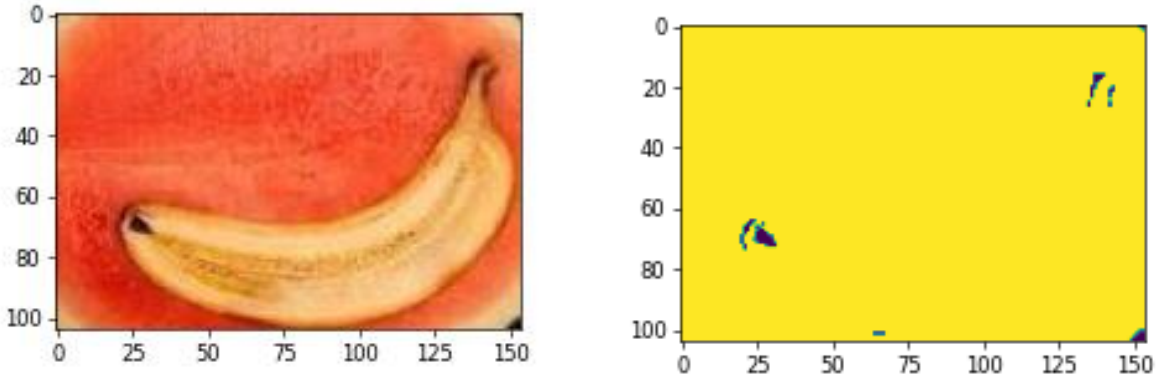


Рисунок 6 – результат кластеризации изображения CURE алгоритмом

Время работы алгоритма	14.671875

Поскольку подсчет расстояния между кластерами при обработке изображений рассматриваемыми алгоритмами требует большого количества времени, показатели DunnIndex, DunnIndexMean и DBi в данных примерах опустим.

Также не будет рассмотрен алгоритм ROCK, поскольку в данных условиях он выдаёт слишком медленный результат.

Рисунок 7 – результат кластеризации изображения BIRCH-P алгоритмом

Время работы алгоритма	30.828125

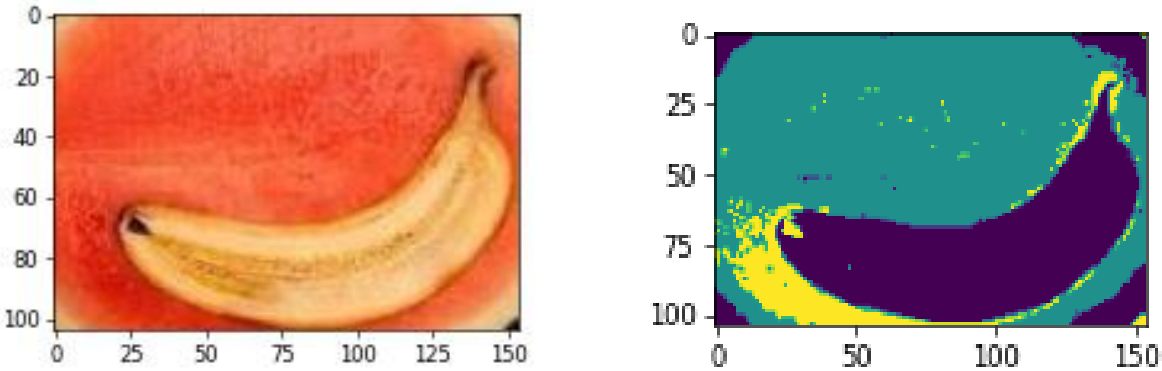


Рисунок 8 – результат кластеризации изображения BIRCH-S алгоритмом

Время работы алгоритма	5.8125

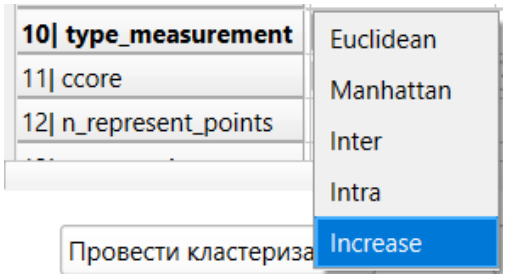


Рисунок 9 – смена метрики

Попробуем улучшить результат работы алгоритма *BIRCH-P*. Для этого, вместо Евклидовой, выберем другую метрику в задаваемых параметрах кластеризации.

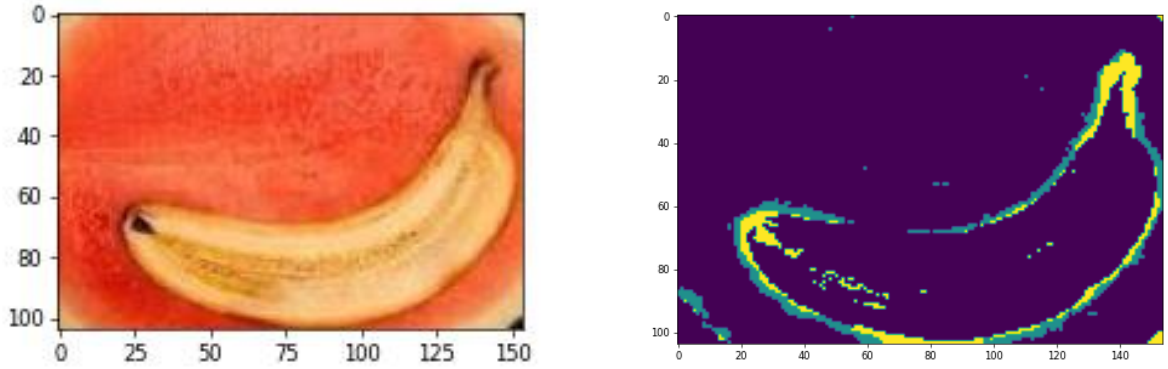


Рисунок 10 – результат кластеризации изображения BIRCH-P алгоритмом

Время работы алгоритма	184.828125

Время выполнения после смены метрики увеличилось в 6 раз.

Попробуем изменить тип конвертации изображения на YUV.

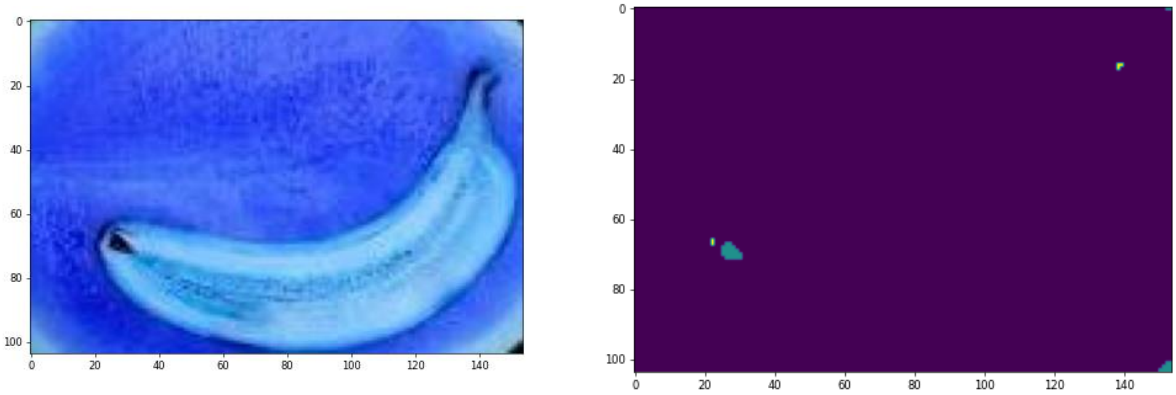


Рисунок 11 – результат кластеризации изображения BIRCH-P алгоритмом

Время работы алгоритма	184.828125

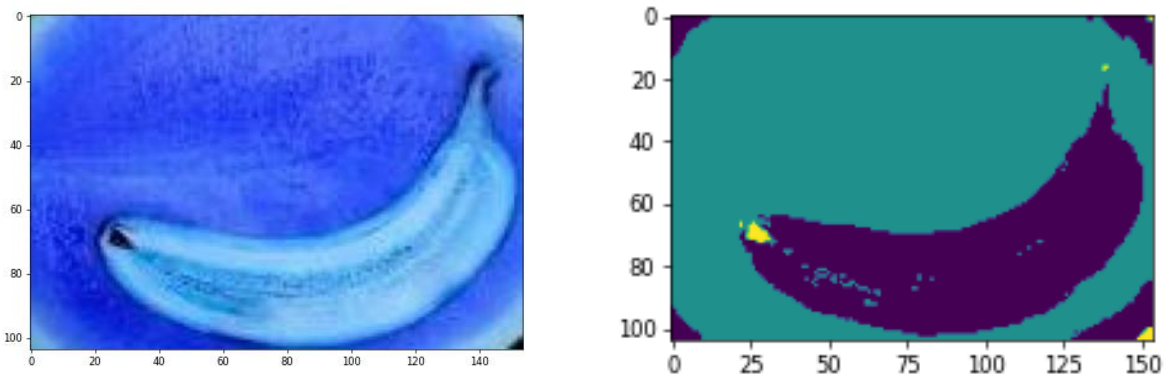


Рисунок 12 – результат кластеризации изображения CURE алгоритмом

Время работы алгоритма	13.171875

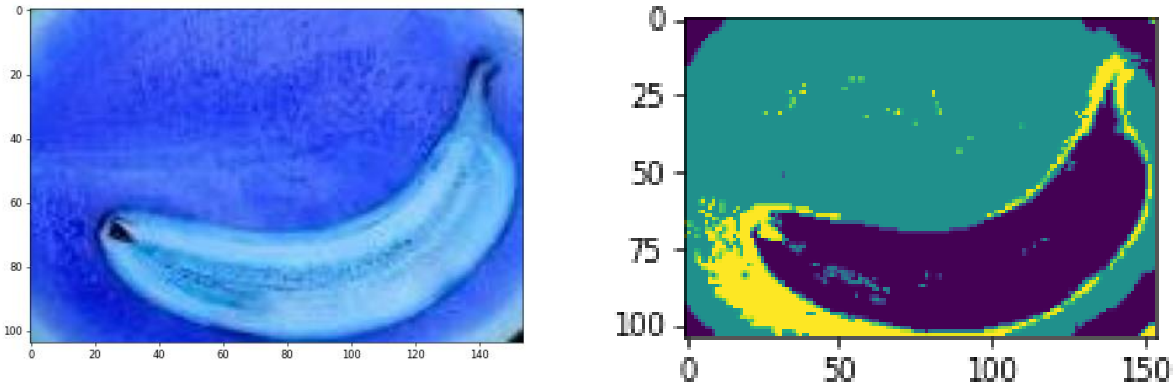
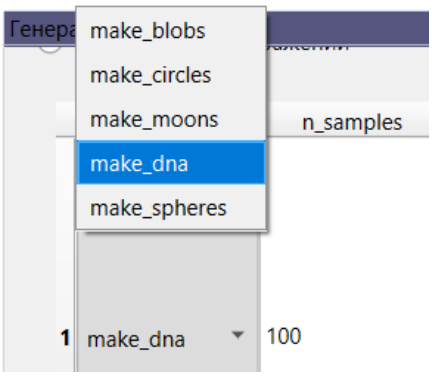


Рисунок 13 – результат кластеризации изображения BIRCH-S алгоритмом

Время работы алгоритма	2.671875

BIRCH, реализованный на pyclustering, все так же плохо справляется с поставленной задачей. А вот CURE показывает уже более приемлемый результат.

Генерация изображений



Теперь сгенерируем данные в виде спирали ДНК при помощи make_dna с количеством точек генерации равном 100.

Рисунок 14 – варианты генерации возможных изображений

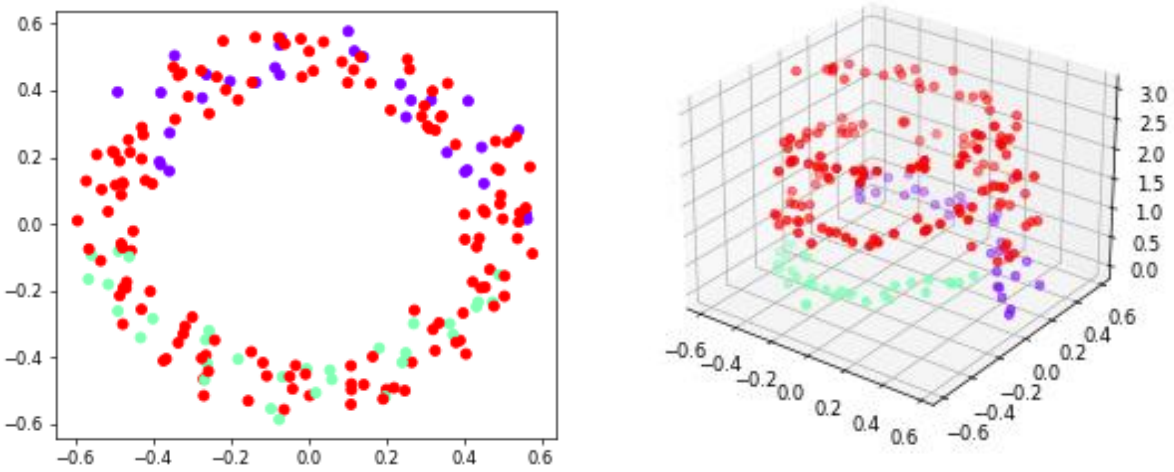


Рисунок 15 – результат кластеризации CURE алгоритмом

Время работы алгоритма	0.0
Показатель DunnIndex	0.06017677934159759
Показатель DunnIndexMean	0.4063039186866146
Показатель DBi	1.6868950740815847

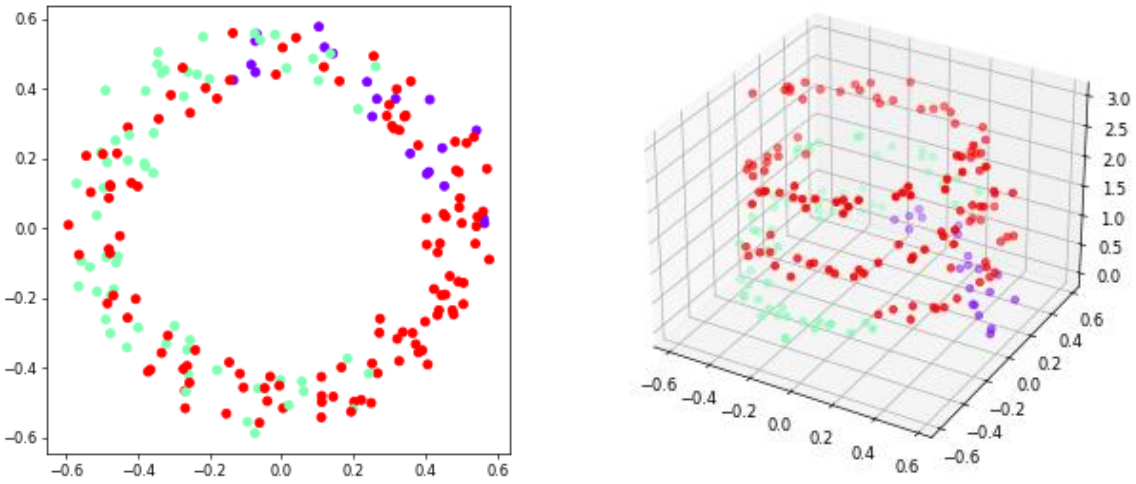


Рисунок 16 – результат кластеризации BIRCH-R алгоритмом

Время работы алгоритма	0.015625
Показатель DunnIndex	0.03312069932852782
Показатель DunnIndexMean	0.4548434130839042
Показатель DBi	1.0541207951739133

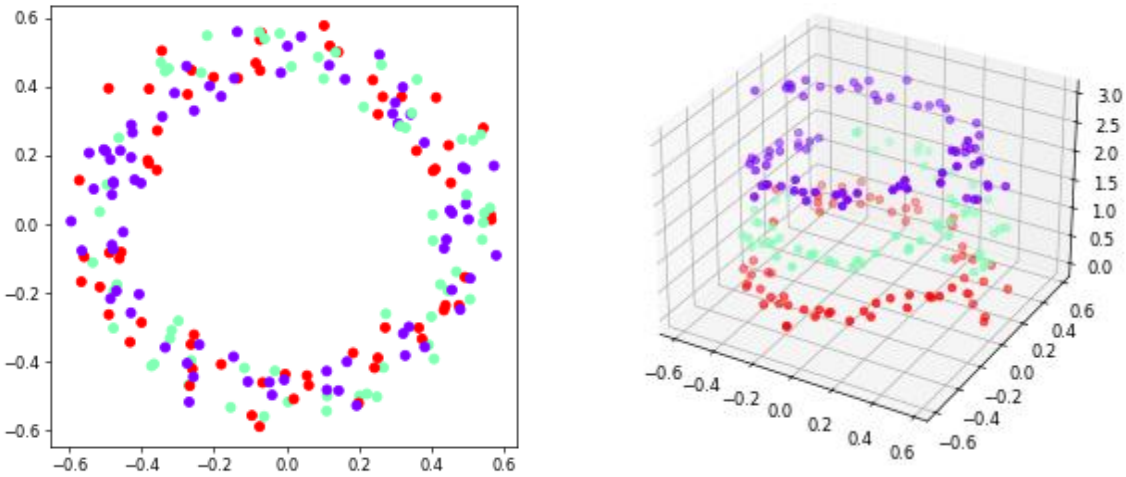


Рисунок 17 – результат кластеризации BIRCH-S алгоритмом

Время работы алгоритма	0.0
Показатель DunnIndex	0.04650108916846331
Показатель DunnIndexMean	0.7317184756117385
Показатель DBi	1.5185546493556596

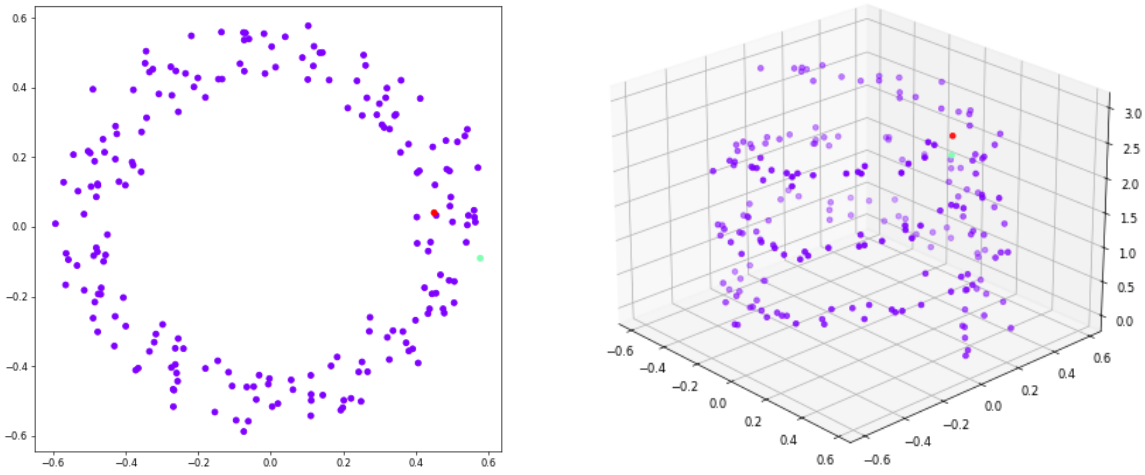


Рисунок 18 – результат кластеризации ROCK алгоритмом

Время работы алгоритма	0.078125
Показатель DunnIndex	0.031742586889493135
Показатель DunnIndexMean	0.05797538276240025
Показатель DBi	0.6386980255790758

Результат алгоритма ROCK можно улучшить, если в качестве параметра радиуса связности взять значение $\text{eps} = 0.5$.

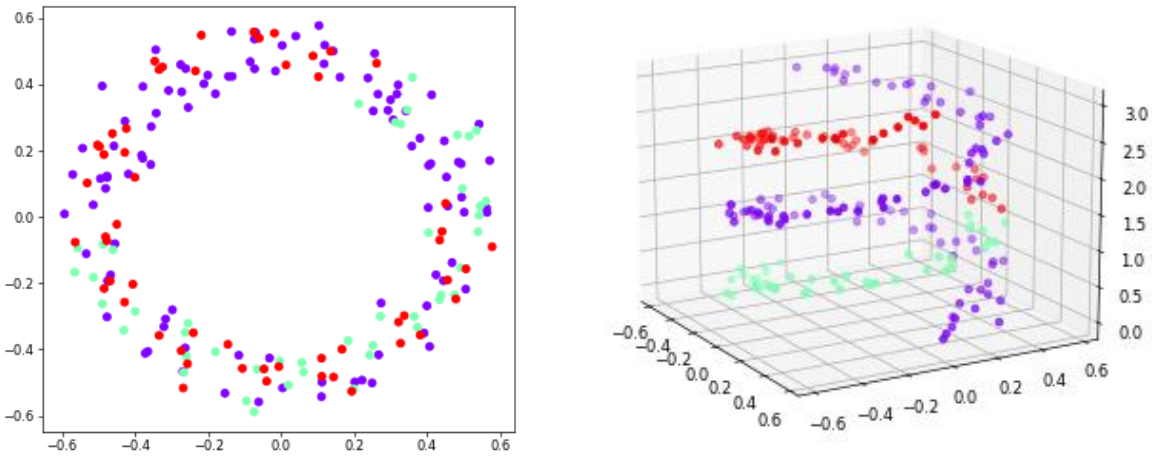


Рисунок 19 – результат кластеризации ROCK алгоритмом при $\text{eps} = 0.5$

Время работы алгоритма	0.09375
Показатель DunnIndex	0.04483810491624281
Показатель DunnIndexMean	0.41606339335052295
Показатель DBi	1.882802471493716

Рассмотрим также случай, когда сгенерированы одновременно круги и «луны». Сместим круги по оси *z* на 0.1.

Все алгоритмы справились с поставленной задачей, однако разбиение на кластеры у каждого алгоритма свое.

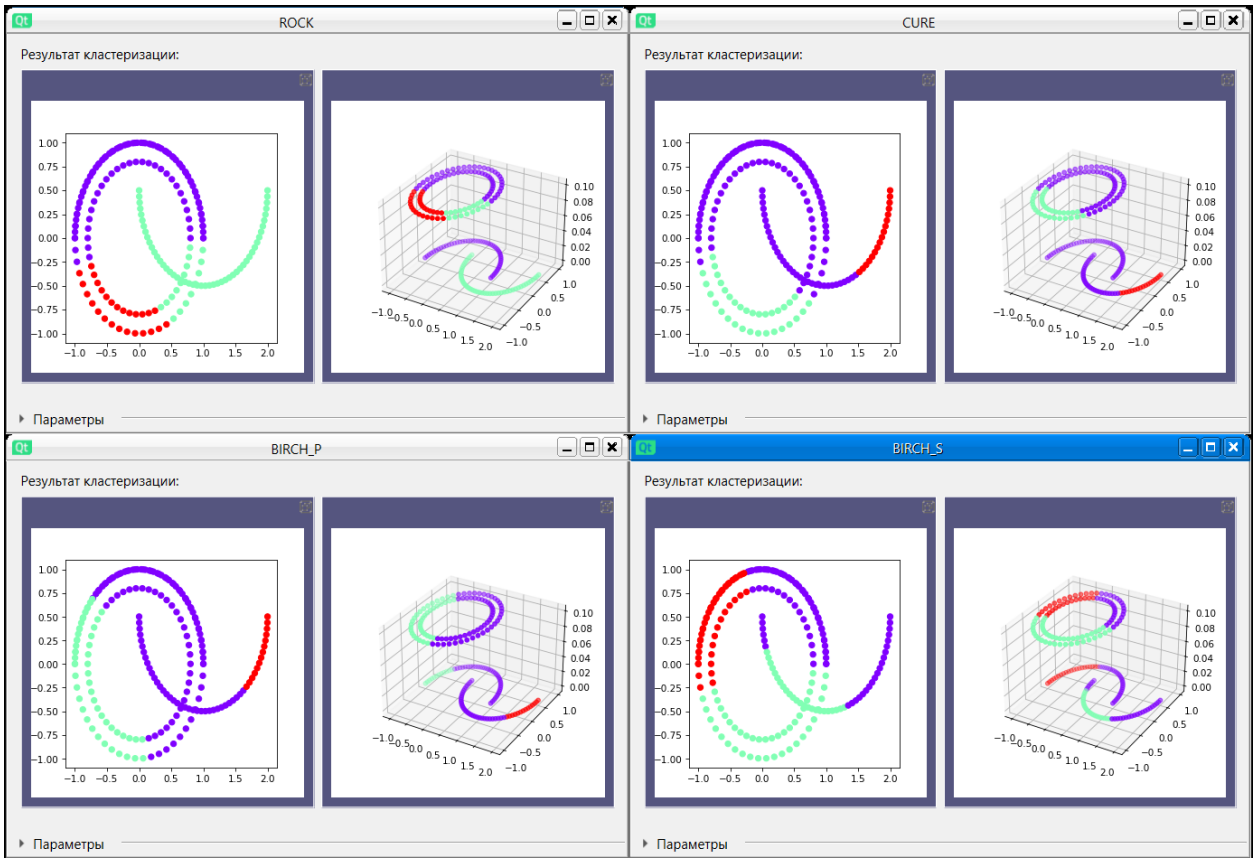


Рисунок 20 – результат кластеризации рассматриваемых алгоритмов

Заключение

В данном ПО реализован выбор параметров генерации и кластеризации, а также присутствуют данные для анализа результатов, что удовлетворяет заявленным требованиям и может в дальнейшем использоваться для кластеризации.