

Разработка программного обеспечения, ориентированного на пользователя, для проведения кластер-анализа по критерию наименьших квадратов

Выполнил:

Еремейкин Пётр Александрович
студент группы мНоД16-ТМСС
eremeykin@gmail.com

Руководитель:

Миркин Борис Григорьевич
д.т.н., профессор

Постановка задачи кластеризации

Пусть имеется N объектов и у каждого объекта определены значения V признаков. Множество всех объектов Y можно представить в виде таблицы:

$$Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ \dots \\ y_N \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_{11} & \dots & y_{1V} \\ \dots & \dots & \dots \\ y_{N1} & \dots & y_{NV} \end{pmatrix}$$

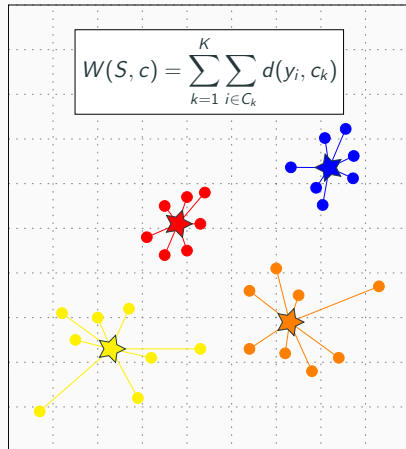
Требуется получить разбиение $S = \{C_1, \dots, C_K\}$, состоящее из K кластеров, которые не пересекаются и покрывают всё множество объектов Y . Чёткой формулировки относительно того, что должно быть включено в кластеры, не существует. Общая идея состоит в том, чтобы сходные объекты были включены в один кластер, а несходные не принадлежали одному кластеру.

Традиционное решение (k -means)

Самый популярный алгоритм кластеризации — k -means. Он основан на поочерёдной минимизации квадратичного критерия по двум группам переменных: центрам кластеров и принадлежности объектов кластерам.

Недостатки метода:

- требует задания числа кластеров
- сильно зависит от инициализации
- плохо работает для зашумлённых данных



Предлагаемый состав программы INDACT (INtelligent DAta Clustering Toolkit)

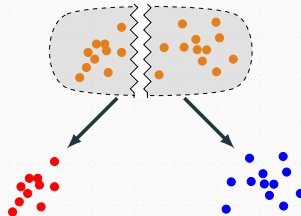
- *ik*-means
 - dePDDP
 - BiKM-R
- } Дивизивные
- A-Ward
 - A-Ward _{$p\beta$}
- } Агломеративные

Алгоритмы разработаны
Миркиным Б.Г.

Предлагаемый состав программы INDACT (INtelligent DAta Clustering Toolkit)

- *ik*-means
 - dePDDP
 - BiKM-R
- } Дивизивные
- A-Ward
 - A-Ward _{$p\beta$}
- } Агломеративные

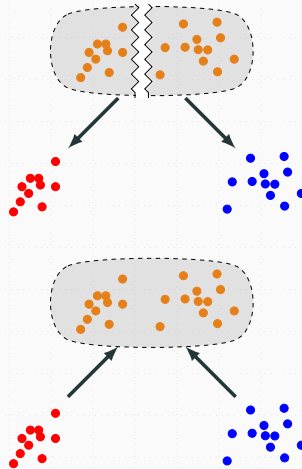
Алгоритмы разработаны
Миркиным Б.Г.



Предлагаемый состав программы INDACT (INtelligent DAta Clustering Toolkit)

- *ik*-means
 - dePDDP
 - BiKM-R
- } Дивизивные
- A-Ward
 - A-Ward _{$p\beta$}
- } Агломеративные

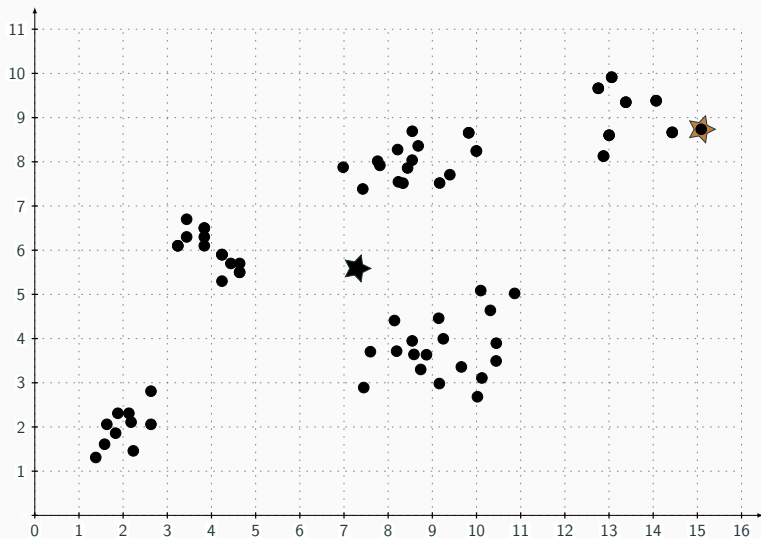
Алгоритмы разработаны
Миркиным Б.Г.



Предлагаемый состав программы INDACT: *ik*-means

- ▷ *ik*-means
- dePDDP } Д
 - BiKM-R }
 - A-Ward } А
 - A-Ward _{$p\beta$} }

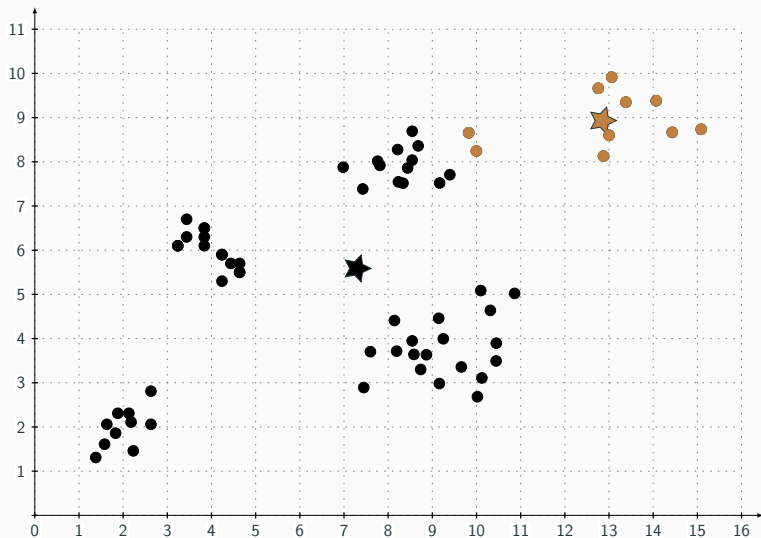
Алгоритмы разработаны
Миркиным Б.Г.



Предлагаемый состав программы INDACT: *ik*-means

- ▷ *ik*-means
- dePDDP } Д
 - BiKM-R }
 - A-Ward } А
 - A-Ward _{$p\beta$} }

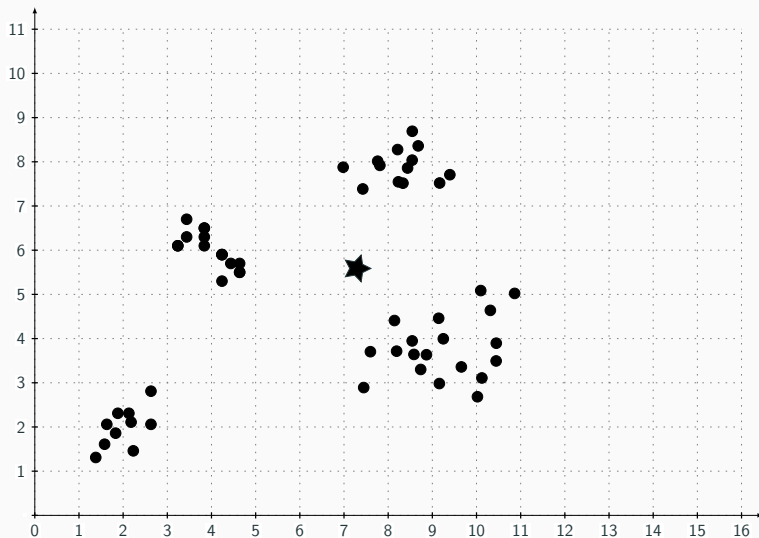
Алгоритмы разработаны
Миркиным Б.Г.



Предлагаемый состав программы INDACT: *ik-means*

- ▷ *ik-means*
- dePDDP } Д
 - BiKM-R }
 - A-Ward } А
 - A-Ward _{$p\beta$} }

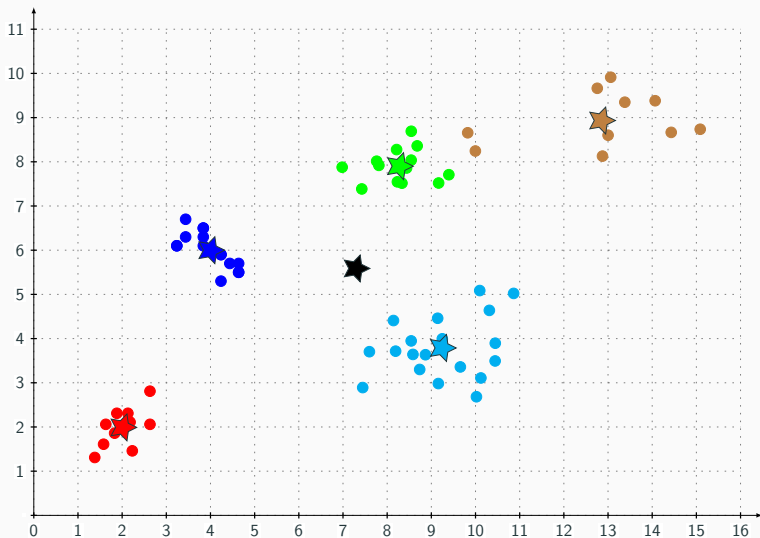
Алгоритмы разработаны
Миркиным Б.Г.



Предлагаемый состав программы INDACT: *ik-means*

- ▷ *ik-means*
- dePDDP
 - BiKM-R
 - A-Ward
 - A-Ward _{$p\beta$}
- Д
- А

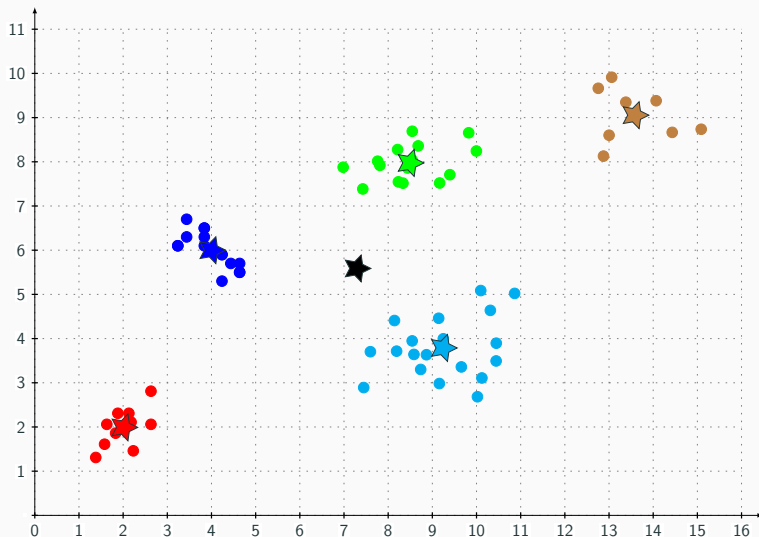
Алгоритмы разработаны
Миркиным Б.Г.



Предлагаемый состав программы INDACT: *ik-means*

- ▷ *ik-means*
- dePDDP
 - BiKM-R
 - A-Ward
 - A-Ward _{$p\beta$}
- Д
- А

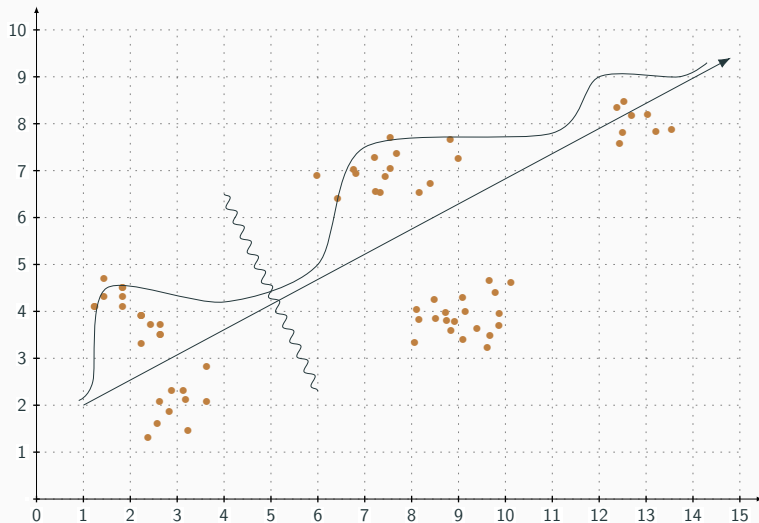
Алгоритмы разработаны
Миркиным Б.Г.



Предлагаемый состав программы INDACT: dePDDP

- *ik*-means
 - ▶ **dePDDP**
 - BiKM-R
- } Д
- A-Ward
 - A-Ward _{$p\beta$}
- } А

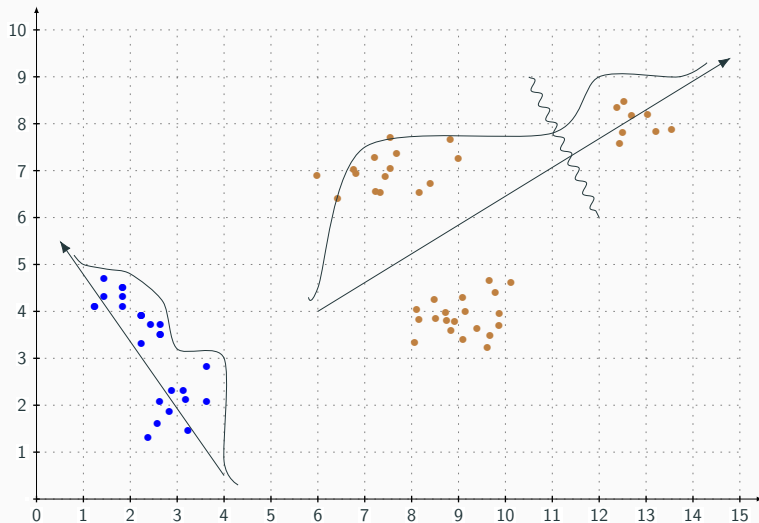
Алгоритмы разработаны
Миркиным Б.Г.



Предлагаемый состав программы INDACT: dePDDP

- *ik*-means
 - ▷ **dePDDP**
 - BiKM-R
- } Д
- A-Ward
 - A-Ward_{pβ}
- } А

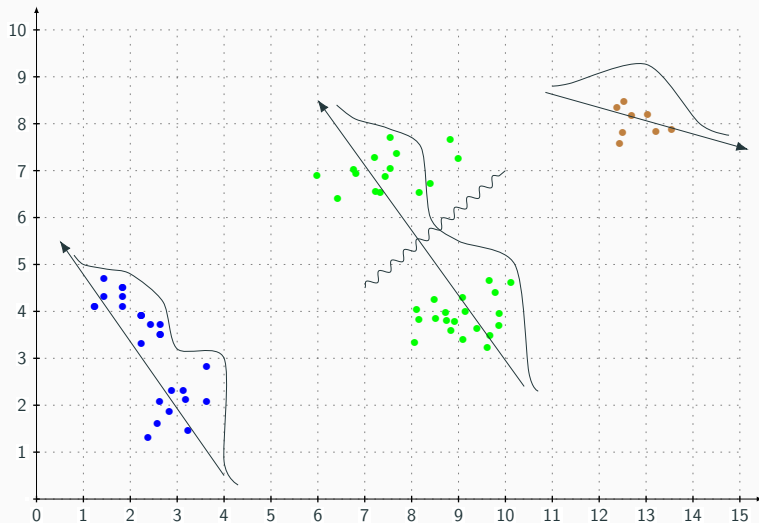
Алгоритмы разработаны
Миркиным Б.Г.



Предлагаемый состав программы INDACT: dePDDP

- *ik*-means
 - ▷ **dePDDP**
 - BiKM-R
- } Д
- A-Ward
 - A-Ward_{pβ}
- } А

Алгоритмы разработаны
Миркиным Б.Г.



Предлагаемый состав программы INDACT: BiKM-R

- *ik*-means
 - dePDDP
 - ▷ **BiKM-R**
- } Д
- A-Ward
 - A-Ward _{$p\beta$}
- } А

Алгоритмы разработаны
Миркиным Б.Г.

BiKM - R
Bisecting K-Means

Предлагаемый состав программы INDACT: BiKM-R

- *ik*-means
 - dePDDP
 - ▷ **BiKM-R**
 - A-Ward
 - A-Ward _{$p\beta$}
- Д
- A

Алгоритмы разработаны
Миркиным Б.Г.

Random projections

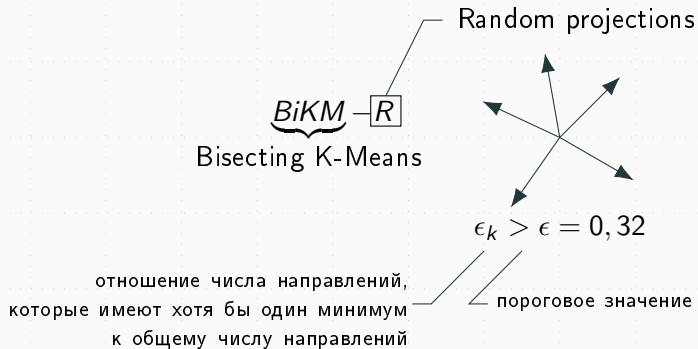
BiKM - R

Bisecting K-Means

Предлагаемый состав программы INDACT: BiKM-R

- *ik-means*
 - dePDDP
 - ▷ **BiKM-R**
 - A-Ward
 - A-Ward_{pβ}
- Д
- А

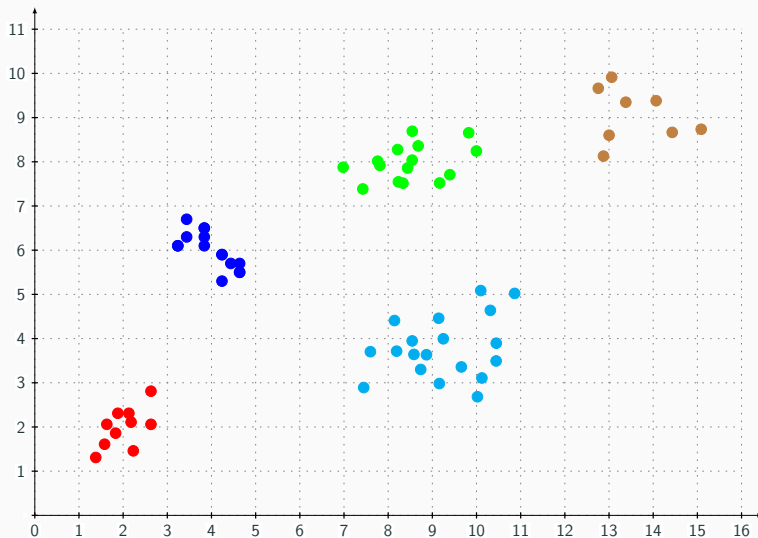
Алгоритмы разработаны
Миркиным Б.Г.



Предлагаемый состав программы INDACT: A-Ward

- *ik*-means
 - dePDDP
 - BiKM-R
- } Д
- ▷ **A-Ward**
 - $A\text{-Ward}_{p\beta}$
- } А

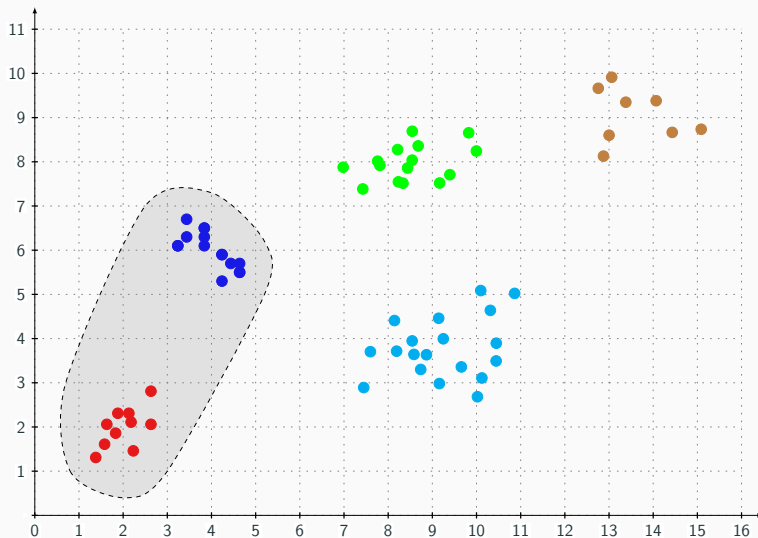
Алгоритмы разработаны
Миркиным Б.Г.



Предлагаемый состав программы INDACT: A-Ward

- *ik*-means
 - dePDDP
 - BiKM-R
- } Д
- ▷ **A-Ward**
 - A-Ward_{pβ}
- } А

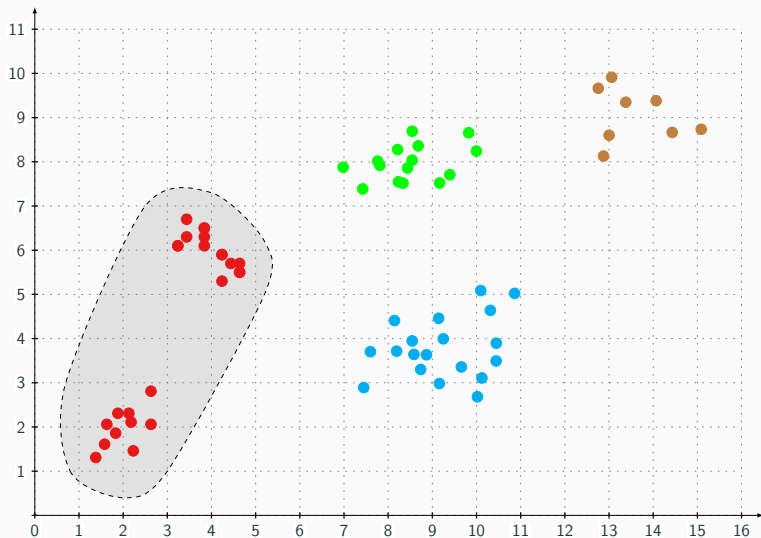
Алгоритмы разработаны
Миркиным Б.Г.



Предлагаемый состав программы INDACT: A-Ward

- *ik*-means
 - dePDDP
 - BiKM-R
- } Д
- ▷ **A-Ward**
 - $A\text{-Ward}_{p\beta}$
- } А

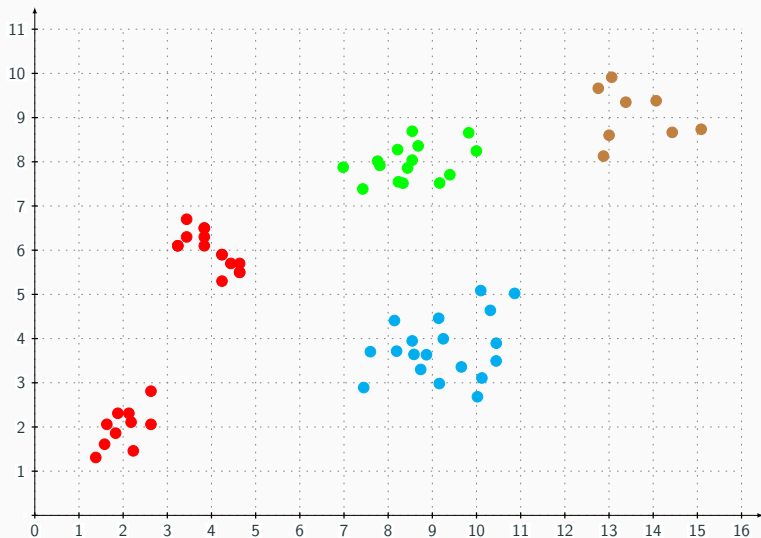
Алгоритмы разработаны
Миркиным Б.Г.



Предлагаемый состав программы INDACT: A-Ward

- *ik*-means
 - dePDDP
 - BiKM-R
- } Д
- ▷ **A-Ward**
 - $A\text{-Ward}_{p\beta}$
- } А

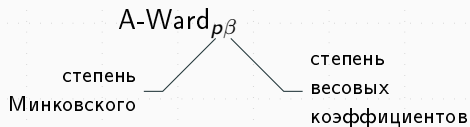
Алгоритмы разработаны
Миркиным Б.Г.



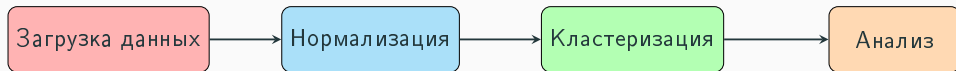
Предлагаемый состав программы INDACT: A-Ward_{pβ}

- *ik*-means
 - dePDDP
 - BiKM-R
 - A-Ward
- ▷ **A-Ward_{pβ}**

Алгоритмы разработаны
Миркиным Б.Г.



Пользовательское описание программы: стадии работы



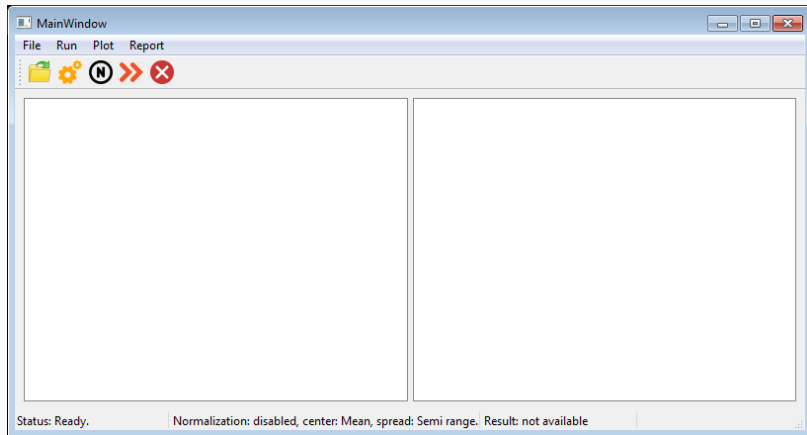
Пользовательское описание программы: загрузка данных

Загрузка данных

Нормализация

Кластеризация

Анализ



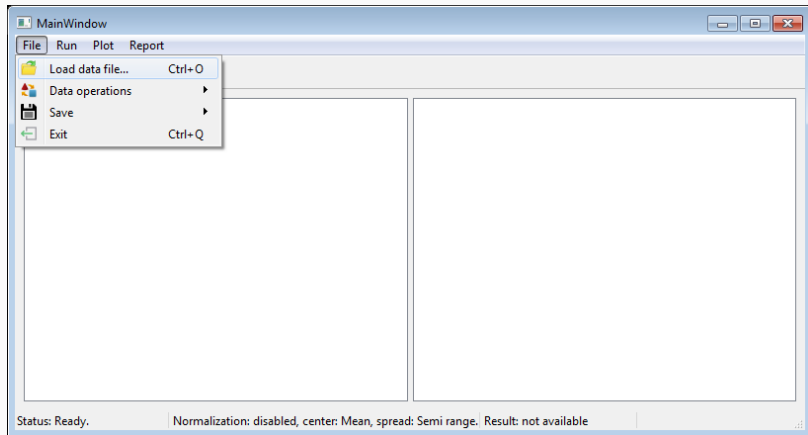
Пользовательское описание программы: загрузка данных

Загрузка данных

Нормализация

Кластеризация

Анализ



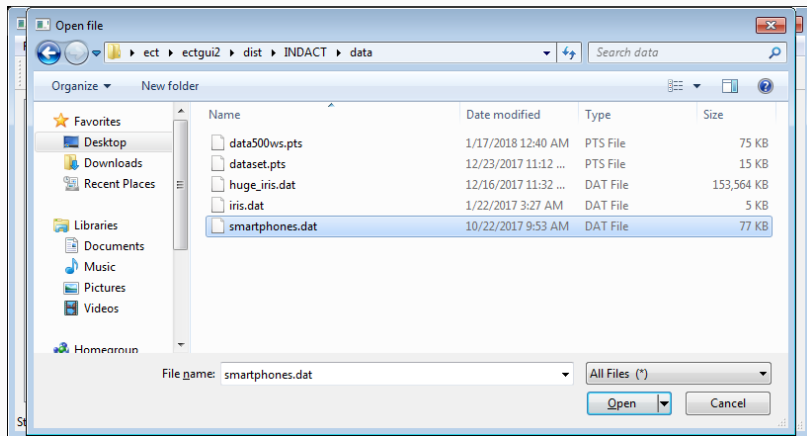
Пользовательское описание программы: загрузка данных

Загрузка данных

Нормализация

Кластеризация

Анализ



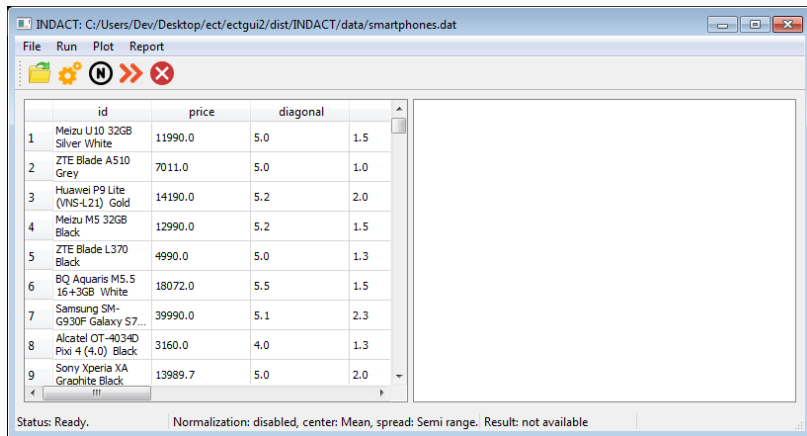
Пользовательское описание программы: загрузка данных

Загрузка данных

Нормализация

Кластеризация

Анализ



The screenshot shows the INDACT application window with the file path C:/Users/Dev/Desktop/ect/ectgui2/dist/INDACT/data/smartphones.dat. The interface includes a menu bar (File, Run, Plot, Report) and a toolbar with icons for file operations, settings, and execution. A table of smartphone data is displayed, with columns for id, name, price, diagonal, and an unlabeled numerical column. The status bar at the bottom indicates 'Status: Ready.', 'Normalization: disabled, center: Mean, spread: Semi range.', and 'Result: not available'.

| | id | price | diagonal | |
|---|-------------------------------------|---------|----------|-----|
| 1 | Meizu U10 32GB Silver White | 11990.0 | 5.0 | 1.5 |
| 2 | ZTE Blade A510 Grey | 7011.0 | 5.0 | 1.0 |
| 3 | Huawei P9 Lite (VNS-L21) Gold | 14190.0 | 5.2 | 2.0 |
| 4 | Meizu M5 32GB Black | 12990.0 | 5.2 | 1.5 |
| 5 | ZTE Blade L370 Black | 4990.0 | 5.0 | 1.3 |
| 6 | BQ Aquaris M5.5 16+3GB White | 18072.0 | 5.5 | 1.5 |
| 7 | Samsung SM-G930F Galaxy S7... | 39990.0 | 5.1 | 2.3 |
| 8 | Alcatel OT-4034D Pixi 4 (4.0) Black | 3160.0 | 4.0 | 1.3 |
| 9 | Sony Xperia XA Graphite Black | 13989.7 | 5.0 | 2.0 |

Status: Ready. Normalization: disabled, center: Mean, spread: Semi range. Result: not available

Пользовательское описание программы: нормализация

Загрузка данных

Нормализация

Кластеризация

Анализ

INDACT: C:/Users/Dev/Desktop/ect/ectgui2/dist/INDACT/data/smartphones.dat

File Run Plot Report

Icons: Folder, Gear, N, Double Arrow, X

| | id | price | diagonal | |
|---|-------------------------------------|---------|----------|-----|
| 1 | Meizu U10 32GB Silver White | 11990.0 | 5.0 | 1.5 |
| 2 | ZTE Blade A510 Grey | 7011.0 | 5.0 | 1.0 |
| 3 | Huawei P9 Lite (VNS-L21) Gold | 14190.0 | 5.2 | 2.0 |
| 4 | Meizu M5 32GB Black | 12990.0 | 5.2 | 1.5 |
| 5 | ZTE Blade L370 Black | 4990.0 | 5.0 | 1.3 |
| 6 | BQ Aquaris M5.5 16+3GB White | 18072.0 | 5.5 | 1.5 |
| 7 | Samsung SM-G930F Galaxy S7... | 39990.0 | 5.1 | 2.3 |
| 8 | Alcatel OT-4034D Pixi 4 (4.0) Black | 3160.0 | 4.0 | 1.3 |
| 9 | Sony Xperia XA Graphite Black | 13989.7 | 5.0 | 2.0 |

Status: Ready. Normalization: disabled, center: Mean, spread: Semi range. Result: not available

Пользовательское описание программы: нормализация

Загрузка данных

Нормализация

Кластеризация

Анализ

The screenshot shows the INDACT software window with a data table and a 'Normalization settings' dialog box open.

INDACT: C:/Users/Dev/Desktop/ect/ectgui2/dist/INDACT/data/smartphones.dat

File Run Plot Report

| | id | price | diagonal | |
|---|-------------------------------------|---------|----------|-----|
| 1 | Meizu U10 32GB Silver White | 11990.0 | 5.0 | |
| 2 | ZTE Blade A510 Grey | 7011.0 | 5.0 | |
| 3 | Huawei P9 Lite (VNS-L21) Gold | 14190.0 | 5.2 | |
| 4 | Meizu M5 32GB Black | 12990.0 | 5.2 | |
| 5 | ZTE Blade L370 Black | 4990.0 | 5.0 | |
| 6 | BQ Aquaris M5.5 16+3GB White | 18072.0 | 5.5 | |
| 7 | Samsung SM-G930F Galaxy S7... | 39990.0 | 5.1 | 2.3 |
| 8 | Alcatel OT-4034D Pixi 4 (4.0) Black | 3160.0 | 4.0 | 1.3 |
| 9 | Sony Xperia XA Graphite Black | 13989.7 | 5.0 | 2.0 |

Normalization settings

$$X^{norm} = \frac{X - center}{range}$$

☒ Normalization enabled

Center: Minkowski center

Minkowski power: 4.00

Spread: Standard deviation

OK Cancel

Status: Ready. Normalization: disabled, center: Mean, spread: Semi range. Result: not available

Пользовательское описание программы: нормализация

Загрузка данных

Нормализация

Кластеризация

Анализ

INDACT: C:/Users/Dev/Desktop/ect/ectgui2/dist/INDACT/data/smartphones.dat

File Run Plot Report

Icons: Folder, Gear, N, Double Arrow, X

| | id | price | diagonal | | diagonal | ram | Cluster # |
|---|-------------------------------------|---------|----------|-----|----------|-------------------|---------------------|
| 1 | Meizu U10 32GB Silver White | 11990.0 | 5.0 | 1.5 | 1 | 0.190772305813... | -0.08212737419... ? |
| 2 | ZTE Blade A510 Grey | 7011.0 | 5.0 | 1.0 | 2 | -0.32535672644... | -0.08212737419... ? |
| 3 | Huawei P9 Lite (VNS-L21) Gold | 14190.0 | 5.2 | 2.0 | 3 | -0.06729221031... | 0.336926860291... ? |
| 4 | Meizu M5 32GB Black | 12990.0 | 5.2 | 1.5 | 4 | 0.190772305813... | 0.336926860291... ? |
| 5 | ZTE Blade L370 Black | 4990.0 | 5.0 | 1.3 | 5 | -0.32535672644... | -0.08212737419... ? |
| 6 | BQ Aquaris M5.5 16+3GB White | 18072.0 | 5.5 | 1.5 | 6 | 0.190772305813... | 0.965508212027... ? |
| 7 | Samsung SM-G930F Galaxy S7... | 39990.0 | 5.1 | 2.3 | 7 | 0.448836821942... | 0.127399743045... ? |
| 8 | Alcatel OT-4034D Pixi 4 (4.0) Black | 3160.0 | 4.0 | 1.3 | 8 | -0.45438898450... | -2.17739854665... ? |
| 9 | Sony Xperia XA Graphite Black | 13989.7 | 5.0 | 2.0 | 9 | -0.06729221031... | -0.08212737419... ? |

Status: Ready. Normalization: disabled, center: Mean, spread: Semi range. Result: not available

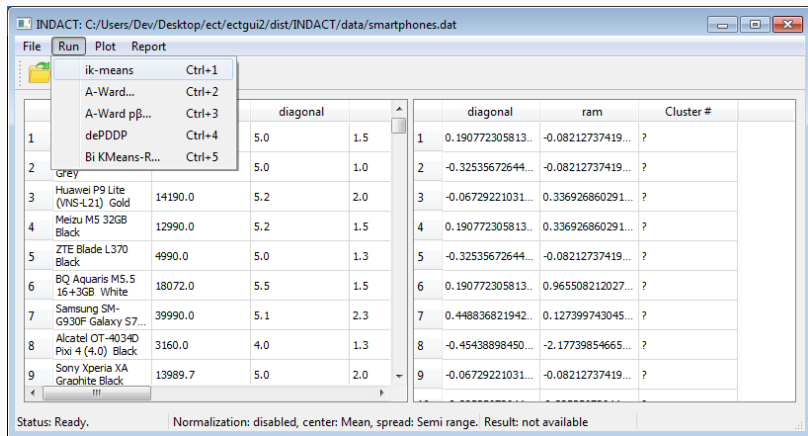
Пользовательское описание программы: кластеризация

Загрузка данных

Нормализация

Кластеризация

Анализ



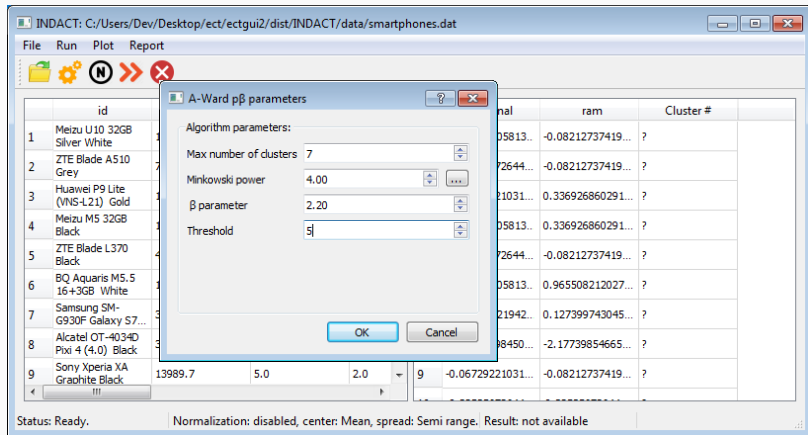
Пользовательское описание программы: кластеризация

Загрузка данных

Нормализация

Кластеризация

Анализ



Пользовательское описание программы: кластеризация

Загрузка данных

Нормализация

Кластеризация

Анализ

INDACT: C:/Users/Dev/Desktop/ect/ectgui2/dist/INDACT/data/smartphones.dat

File Run Plot Report

Icons: Folder, Gear, N, Double Arrow, X

| | id | price | diagonal | | diagonal | ram | Cluster # |
|---|-------------------------------------|---------|----------|-----|----------|-------------------|---------------------|
| 1 | Meizu U10 32GB Silver White | 11990.0 | 5.0 | 1.5 | 1 | 0.190772305813... | -0.08212737419... 1 |
| 2 | ZTE Blade A510 Grey | 7011.0 | 5.0 | 1.0 | 2 | -0.32535672644... | -0.08212737419... 5 |
| 3 | Huawei P9 Lite (VNS-L21) Gold | 14190.0 | 5.2 | 2.0 | 3 | -0.06729221031... | 0.336926860291... 4 |
| 4 | Meizu M5 32GB Black | 12990.0 | 5.2 | 1.5 | 4 | 0.190772305813... | 0.336926860291... 1 |
| 5 | ZTE Blade L370 Black | 4990.0 | 5.0 | 1.3 | 5 | -0.32535672644... | -0.08212737419... 2 |
| 6 | BQ Aquaris M5.5 16+3GB White | 18072.0 | 5.5 | 1.5 | 6 | 0.190772305813... | 0.965508212027... 1 |
| 7 | Samsung SM-G930F Galaxy S7... | 39990.0 | 5.1 | 2.3 | 7 | 0.448836821942... | 0.127399743045... 0 |
| 8 | Alcatel OT-4034D Pixi 4 (4.0) Black | 3160.0 | 4.0 | 1.3 | 8 | -0.45438898450... | -2.17739854665... 2 |
| 9 | Sony Xperia XA Graphite Black | 13989.7 | 5.0 | 2.0 | 9 | -0.06729221031... | -0.08212737419... 4 |

Status: Ready. Normalization: disabled, center: Mean, spread: Semi range. Result: not available

Пользовательское описание программы: кластеризация

Загрузка данных

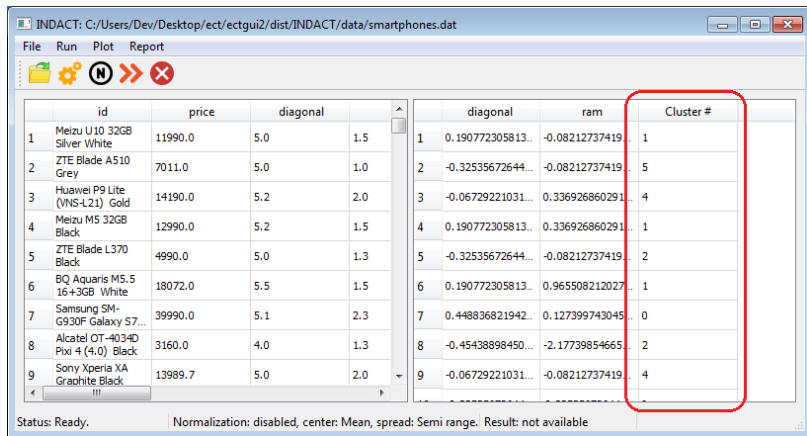
Нормализация

Кластеризация

Анализ

INDACT: C:/Users/Dev/Desktop/ect/ectgui2/dist/INDACT/data/smartphones.dat

File Run Plot Report



| | id | price | diagonal | | diagonal | ram | Cluster # |
|---|-------------------------------------|---------|----------|-----|----------|-------------------|---------------------|
| 1 | Meizu U10 32GB Silver White | 11990.0 | 5.0 | 1.5 | 1 | 0.190772305813... | -0.08212737419... 1 |
| 2 | ZTE Blade A510 Grey | 7011.0 | 5.0 | 1.0 | 2 | -0.32535672644... | -0.08212737419... 5 |
| 3 | Huawei P9 Lite (VNS-L21) Gold | 14190.0 | 5.2 | 2.0 | 3 | -0.06729221031... | 0.336926860291... 4 |
| 4 | Meizu M5 32GB Black | 12990.0 | 5.2 | 1.5 | 4 | 0.190772305813... | 0.336926860291... 1 |
| 5 | ZTE Blade L370 Black | 4990.0 | 5.0 | 1.3 | 5 | -0.32535672644... | -0.08212737419... 2 |
| 6 | BQ Aquaris M5.5 16+3GB White | 18072.0 | 5.5 | 1.5 | 6 | 0.190772305813... | 0.965508212027... 1 |
| 7 | Samsung SM-G930F Galaxy S7... | 39990.0 | 5.1 | 2.3 | 7 | 0.448836821942... | 0.127399743045... 0 |
| 8 | Alcatel OT-4034D Pixi 4 (4.0) Black | 3160.0 | 4.0 | 1.3 | 8 | -0.45438898450... | -2.17739854665... 2 |
| 9 | Sony Xperia XA Graphite Black | 13989.7 | 5.0 | 2.0 | 9 | -0.06729221031... | -0.08212737419... 4 |

Status: Ready. Normalization: disabled, center: Mean, spread: Semi range. Result: not available

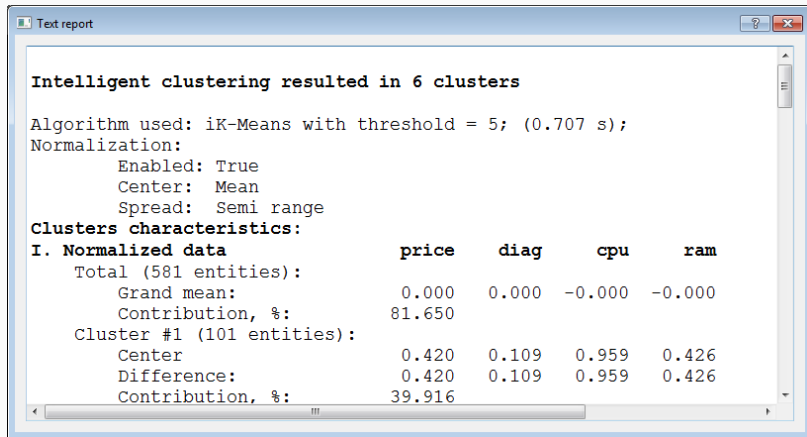
Пользовательское описание программы: анализ

Загрузка данных

Нормализация

Кластеризация

Анализ



The screenshot shows a window titled 'Text report' with a scrollable text area containing the following information:

```
Intelligent clustering resulted in 6 clusters

Algorithm used: iK-Means with threshold = 5; (0.707 s);
Normalization:
    Enabled: True
    Center: Mean
    Spread: Semi range
Clusters characteristics:
I. Normalized data
    Total (581 entities):
        Grand mean:
        Contribution, %:
    Cluster #1 (101 entities):
        Center
        Difference:
        Contribution, %:
```

| | price | diag | cpu | ram |
|------------------|--------|-------|--------|--------|
| Grand mean: | 0.000 | 0.000 | -0.000 | -0.000 |
| Contribution, %: | 81.650 | | | |
| Center | 0.420 | 0.109 | 0.959 | 0.426 |
| Difference: | 0.420 | 0.109 | 0.959 | 0.426 |
| Contribution, %: | 39.916 | | | |

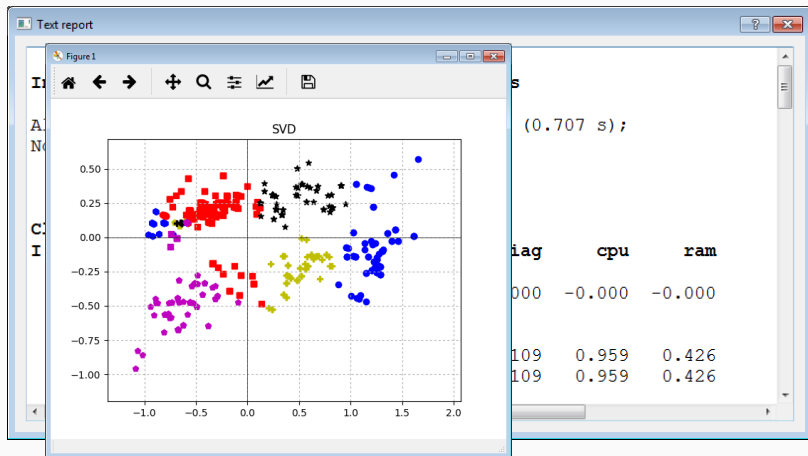
Пользовательское описание программы: анализ

Загрузка данных

Нормализация

Кластеризация

Анализ



Пользовательское описание программы: анализ

Загрузка данных

Нормализация

Кластеризация

Анализ

Figure 1

Table report

| | price | diag | cpu | ram | stype[IPS] | stype[TFT] | rpe[Super AMOLED] | stype[S] |
|------|-----------|-------|-------|----------|------------|------------|-------------------|----------|
| 1 | 30390.242 | 5.370 | 2.092 | 3397.219 | 0.412 | 0.000 | 0.219 | 0.030 |
| 2 | 6327.033 | 4.614 | 1.246 | 1108.164 | 0.000 | 0.630 | 0.096 | 0.000 |
| 3 | 13580.616 | 5.116 | 1.518 | 2649.825 | 0.702 | 0.053 | 0.123 | 0.000 |
| 4 | 9562.489 | 5.354 | 1.325 | 1824.000 | 0.982 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 5 | 5884.606 | 4.955 | 1.287 | 985.212 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 6 | 6841.097 | 4.886 | 1.055 | 1024.000 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 7 | 9177.745 | 5.000 | 1.000 | 2048.000 | 1.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Mean | 17341.867 | 5.169 | 1.618 | 2315.015 | 0.606 | 0.084 | 0.112 | 0.012 |

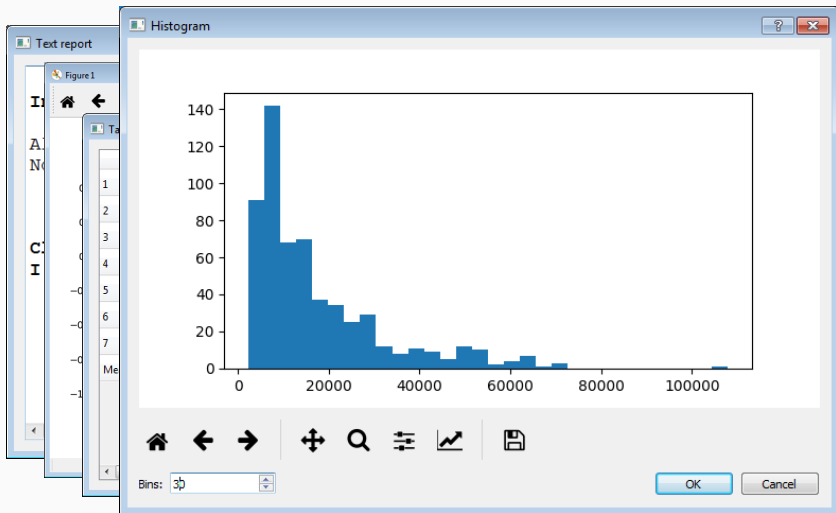
Пользовательское описание программы: анализ

Загрузка данных

Нормализация

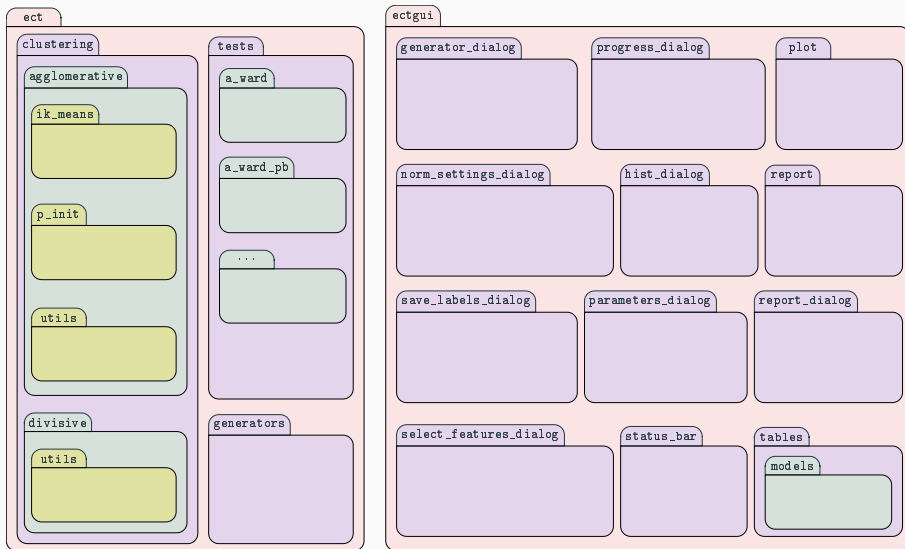
Кластеризация

Анализ

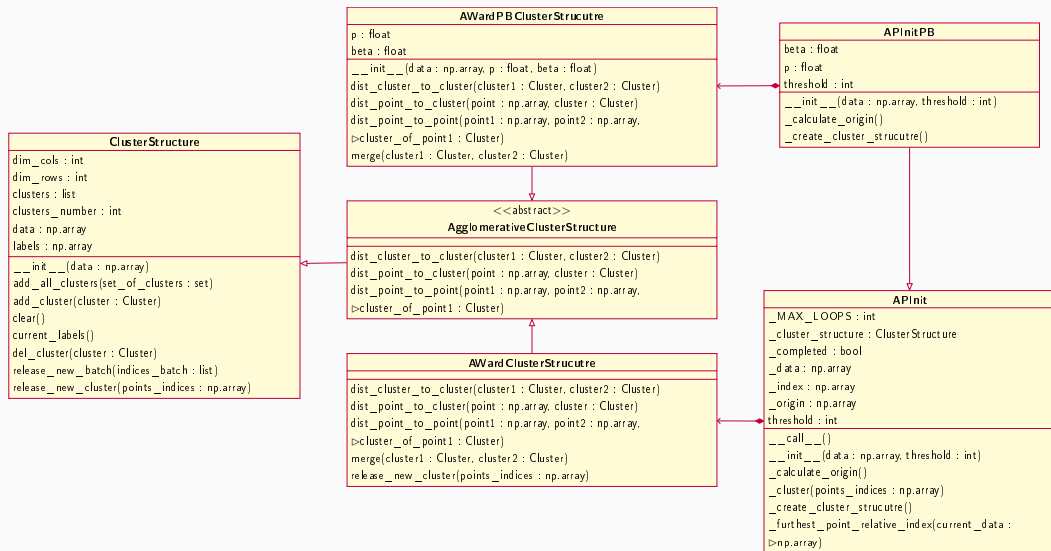


- **Язык:** Python 3
- **GUI:** PyQt
- **Библиотеки:** Pandas, NumPy, SciPy, scikit-learn, Matplotlib
- **Тестирование:** pytest
- **Дистрибуция:** pyinstaller

Внутренняя организация: структура пакетов



Внутренняя организация: диаграмма классов



Демонстрационный пример: описание исходных данных

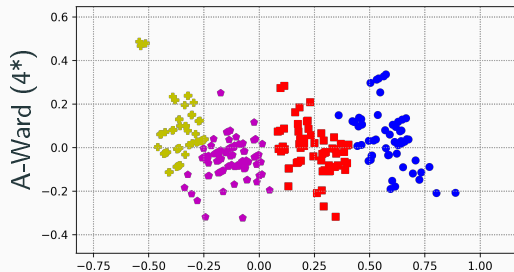
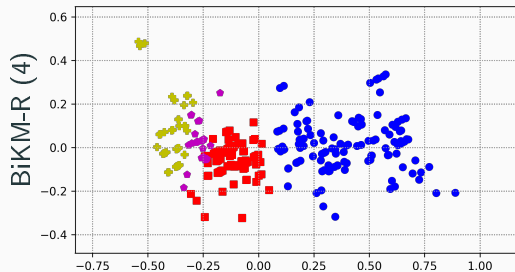
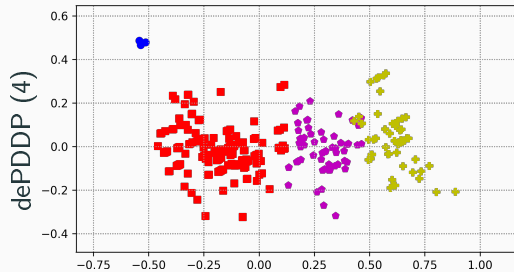
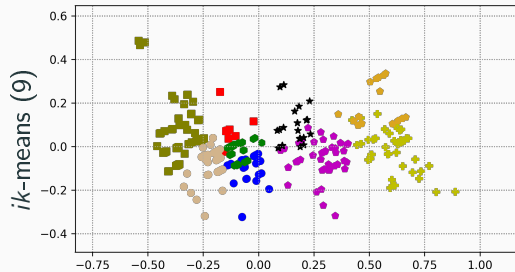
- **Размерность:** 386×4
- **Предметная область:** модели смартфонов
- **Источник:** www.ozon.ru/context/partner_xml
- **Признаки:**

| # | Название | Описание | Единица измерения |
|---|----------|--|-------------------|
| 1 | price | Цена данной модели смартфона в IV квартале 2017 года | руб. |
| 2 | diag | Размер диагонали экрана | дюйм |
| 3 | cpu | Частота центрального процессора (ЦП) | ГГц |
| 4 | ram | Объем оперативной памяти | Мб |

Демонстрационный пример: фрагмент данных

| name , | price , | diag , | cpu , | ram |
|--|------------|--------|--------|------|
| Meizu U10 32GB Silver White , | 11990.00 , | 5.0 , | 1.50 , | 3072 |
| ZTE Blade A510 Grey , | 7011.00 , | 5.0 , | 1.00 , | 1024 |
| Huawei P9 Lite (VNS-L21) Gold , | 14190.00 , | 5.2 , | 2.00 , | 2048 |
| Meizu M5 32GB Black , | 12990.00 , | 5.2 , | 1.50 , | 3072 |
| ZTE Blade L370 Black , | 4990.00 , | 5.0 , | 1.30 , | 1024 |
| BQ Aquaris M5.5 16+3GB White , | 18072.00 , | 5.5 , | 1.50 , | 3072 |
| Samsung SM-G930F Galaxy S7 (32GB) Silver , | 39990.00 , | 5.1 , | 2.30 , | 4096 |
| Alcatel OT-4034D Pixi 4 (4.0) Black , | 3160.00 , | 4.0 , | 1.30 , | 512 |
| Sony Xperia XA Graphite Black , | 13989.70 , | 5.0 , | 2.00 , | 2048 |
| ZTE Blade L5 Plus Black , | 6790.00 , | 5.0 , | 1.30 , | 1024 |
| Meizu Pro 6 64GB Rose Gold , | 25990.00 , | 5.2 , | 2.50 , | 4096 |
| BQ Aquaris X5 Plus Black , | 17290.00 , | 5.0 , | 1.80 , | 2048 |
| Sony Xperia X Compact Mist Blue , | 24989.90 , | 4.6 , | 1.80 , | 3072 |
| ZTE Blade V7 Rose , | 14590.00 , | 5.2 , | 1.30 , | 2048 |
| Lenovo Vibe Shot (Z90A40) Red (PA1K0161RU) | 16890.00 , | 5.0 , | 1.70 , | 3072 |
| HTC 10 Lifestyle Topaz Gold , | 27990.00 , | 5.2 , | 1.80 , | 3072 |

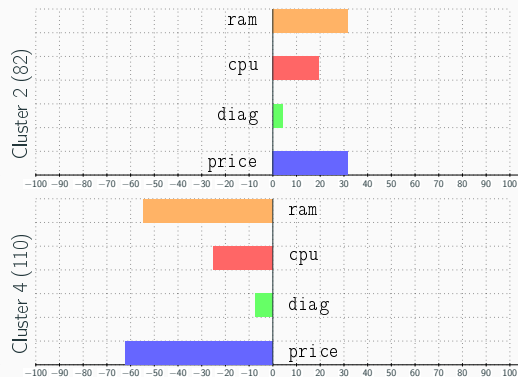
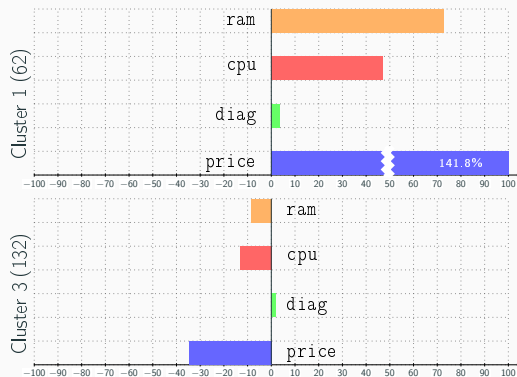
Демонстрационный пример: SVD представления разбиений



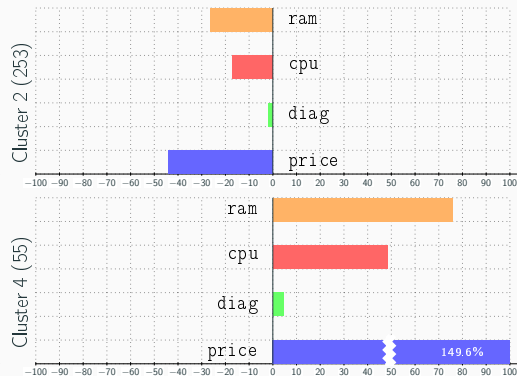
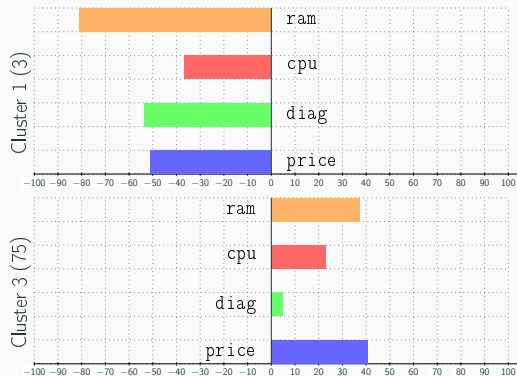
Демонстрационный пример: попарный индекс ARI

| Число кластеров | Алгоритм | <i>ik</i> -means | dePDDP | BiKM-R | A-Ward |
|-----------------|------------------|------------------|--------|--------|--------|
| 9 | <i>ik</i> -means | 1 | 0.28 | 0.36 | 0.67 |
| 4 | dePDDP | - | 1 | 0.25 | 0.46 |
| 4 | BiKM-R | - | - | 1 | 0.63 |
| 4* | A-Ward | - | - | - | 1 |

Демонстрационный пример: интерпретация результатов – A-Ward



Демонстрационный пример: интерпретация результатов – dePDDP



Выводы

- Реализована система, включающая 5 современных алгоритмов
- При разработке учтены тенденции в области проектирования ПО
- INDAST позволит облегчить применение разработанных алгоритмов

Спасибо за внимание!