Рекомендация мобильного телефона

Ввод [34]:

```
import os
import random
import numpy as np
import pandas as pd
from scipy import sparse

import lightfm
from lightfm import LightFM, cross_validation
from lightfm.evaluation import precision_at_k, auc_score

from sklearn.metrics.pairwise import cosine_similarity
import warnings
warnings.simplefilter(action='ignore', category=FutureWarning)
```

Ввод [ ]:

```
#Прочитаем и объединим данные
cellphone_df = pd.read_csv('cellphones data.csv')
rating_df  = pd.read_csv('cellphones ratings.csv')
user_df = pd.read_csv('cellphones users.csv')
```

Объединим рейтинги df и mobilephone_df по mobilephone_id

Ввод [37]:

```
df = pd.merge(rating_df, cellphone_df, on='cellphone_id')
```

Объединим rating_df и user_df по user_id

Ввод [38]:

```
df = pd.merge(df, user_df, on='user_id')
```

Ввод [39]:

```
df
```

Out[39]:

	user_id	cellphone_id	rating	brand	model	operating system	internal memory	RAM	performance	c
0	0	30	1	Motorola	Moto G Play (2021)	Android	32	3	1.42	
1	0	5	3	Apple	iPhone XR	iOS	64	3	4.22	
2	0	10	9	Samsung	Galaxy S22	Android	128	8	8.81	
3	0	9	3	Samsung	Galaxy A53	Android	128	6	3.79	
4	0	23	2	Vivo	X80 Pro	Android	256	8	9.81	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
985	113	27	1	Xiaomi	Poco F4	Android	128	8	6.98	
986	113	29	2	Motorola	Moto G Stylus (2022)	Android	128	6	2.30	
987	113	21	1	OnePlus	10T	Android	128	8	11.00	
988	113	14	5	Samsung	Galaxy Z Fold 3	Android	256	12	6.35	
989	113	26	1	Xiaomi	12 Pro	Android	128	8	9.85	

990 rows × 19 columns

Ввод [40]:

```
df.isna().sum()
```

Out[40]:

```
user_id              0
cellphone_id         0
rating               0
brand                0
model                0
operating system     0
internal memory      0
RAM                  0
performance          0
main camera          0
selfie camera        0
battery size         0
screen size          0
weight               0
price                0
release date         0
age                  0
gender               0
occupation          10
dtype: int64
```

Ввод [41]:

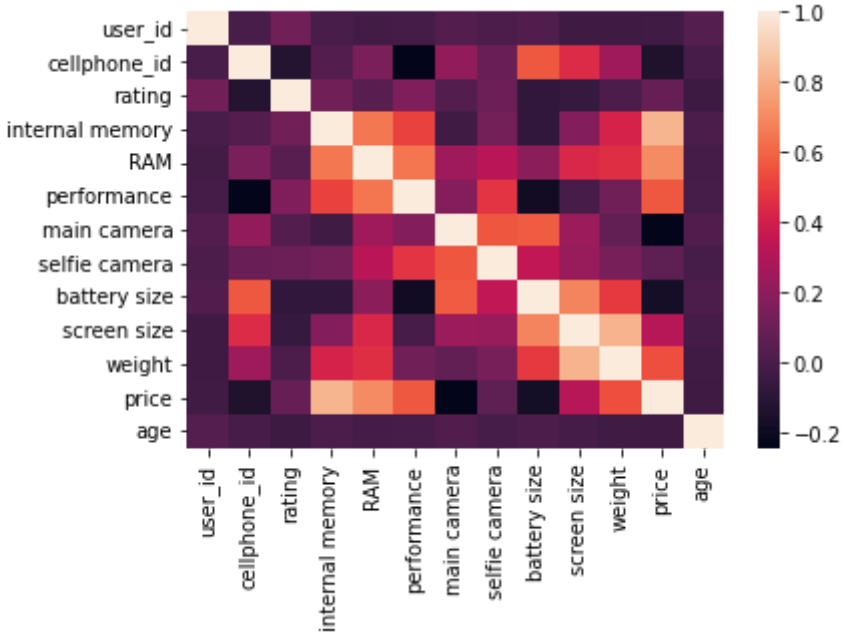
```
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
```

Ввод [42]:

```
sns.heatmap(df.corr())
```

Out[42]:

```
<AxesSubplot:>
```



Ввод [43]:

```
df.head().style.background_gradient(cmap = "inferno")
```

Out[43]:

	user_id	cellphone_id	rating	brand	model	operating system	internal memory	RAM	performance	m cam
0	0	30	1	Motorola	Moto G Play (2021)	Android	32	3	1.420000	
1	0	5	3	Apple	iPhone XR	iOS	64	3	4.220000	
2	0	10	9	Samsung	Galaxy S22	Android	128	8	8.810000	
3	0	9	3	Samsung	Galaxy A53	Android	128	6	3.790000	
4	0	23	2	Vivo	X80 Pro	Android	256	8	9.810000	

Ввод [ ]:

```
df.describe().T.style.background_gradient(cmap = "viridis")
```

	count	mean	std	min	25%	50%	75%	max
user_id	990.000000	136.373737	80.664654	0.000000	74.000000	128.000000	226.000000	258.000000
cellphone_id	990.000000	16.421212	9.473466	0.000000	8.000000	16.000000	25.000000	32.000000
rating	990.000000	6.700000	2.639036	1.000000	5.000000	7.000000	9.000000	18.000000
internal memory	990.000000	145.034343	89.314731	32.000000	128.000000	128.000000	128.000000	512.000000
RAM	990.000000	6.701010	2.666782	3.000000	4.000000	8.000000	8.000000	12.000000
performance	990.000000	6.013869	2.867455	1.020000	3.790000	6.820000	7.940000	11.000000
main camera	990.000000	42.238384	26.694386	12.000000	12.000000	50.000000	50.000000	108.000000
selfie camera	990.000000	15.368687	9.860320	4.000000	8.000000	12.000000	16.000000	40.000000
battery size	990.000000	4376.201010	763.260773	2018.000000	4000.000000	4600.000000	5000.000000	5003.000000
screen size	990.000000	6.452323	0.420758	4.700000	6.400000	6.500000	6.700000	7.600000
weight	990.000000	198.159596	23.731792	141.000000	183.000000	203.000000	207.000000	271.000000
price	990.000000	602.652525	421.011563	129.000000	299.000000	500.000000	840.000000	1998.000000
age	990.000000	36.393939	9.634176	21.000000	29.000000	33.000000	42.000000	61.000000

Ввод [45]:

```
df.columns
```

Out[45]:

```
Index(['user_id', 'cellphone_id', 'rating', 'brand', 'model',
       'operating system', 'internal memory', 'RAM', 'performance',
       'main camera', 'selfie camera', 'battery size', 'screen size',
'weight',
       'price', 'release date', 'age', 'gender', 'occupation'],
      dtype='object')
```

Построение рекомендательной системы

Ввод [46]:

```
df_playlist = pd.read_csv('../input/cellphones-recommendations/cellphones ratings.c
                          error_bad_lines=False,
                          warn_bad_lines=False,
                          skiprows=lambda i: i>0 and random.random() > 0.50)
df_playlist
```

Out[46]:

	user_id	cellphone_id	rating
0	0	30	1
1	0	10	9
2	0	16	2
3	0	19	1
4	0	3	10
...	...	...	...
469	258	22	9
470	258	6	7
471	258	29	6
472	258	31	5
473	258	24	6

474 rows × 3 columns

Предварительная обработка данных

Ввод [47]:

```
df_playlist =df_playlist.groupby('cellphone_id').filter(lambda x: len(x)>=4)
df_playlist
```

Out[47]:

	user_id	cellphone_id	rating
0	0	30	1
1	0	10	9
2	0	16	2
3	0	19	1
4	0	3	10
...	...	...	...
469	258	22	9
470	258	6	7
471	258	29	6
472	258	31	5
473	258	24	6

474 rows × 3 columns

Ввод [48]:

```
df_playlist = df_playlist[df_playlist.groupby('user_id').cellphone_id.transform('nu
df_playlist
```

Out[48]:

	user_id	cellphone_id	rating
0	0	30	1
1	0	10	9
2	0	16	2
3	0	19	1
4	0	3	10
...	...	...	...
469	258	22	9
470	258	6	7
471	258	29	6
472	258	31	5
473	258	24	6

427 rows × 3 columns

Определим функции

Ввод [49]:

```
def create_interaction_matrix(df,user_col, item_col, rating_col, norm= False, thresl
    '''
     Функция для создания кадра данных матрицы взаимодействия из взаимодействий тра
     Требуемый ввод -
         - df = Pandas DataFrame, содержащего взаимодействие пользователя с элемент
         - user_col = имя столбца, содержащего идентификатор пользователя
         - item_col = имя столбца, содержащего идентификатор элемента
         - колонка рейтинга = имя столбца, содержащего отзывы пользователей о взаим
         - norm (необязательно) = True, если требуется нормализация рейтингов
         - пороговое значение (обязательно, если норма = Истина) = значение, выше к
     Ожидаемый результат -
     '''
    interactions = df.groupby([user_col, item_col])[rating_col] \
            .sum().unstack().reset_index(). \
            fillna(0).set_index(user_col)
    if norm:
        interactions = interactions.applymap(lambda x: 1 if x > threshold else 0)
    return interactions
```

Ввод [51]:

```
def create_user_dict(interactions):
    '''
     Функция для создания пользовательского словаря на основе их индекса и номера в
     Требуемый ввод -
         взаимодействия — набор данных, созданный create_interaction_matrix
     Ожидаемый результат -
         user_dict — вывод типа словаря, содержащий в качестве ключа interface_inde
     '''
    user_id = list(interactions.index)
    user_dict = {}
    counter = 0
    for i in user_id:
        user_dict[i] = counter
        counter += 1
    return user_dict
```

Ввод [52]:

```
def create_item_dict(df,id_col,name_col):
    '''
     Функция для создания словаря элементов на основе их item_id и имени элемента.
     Требуемый ввод -
         - df = кадр данных Pandas с информацией об элементе
         - id_col = имя столбца, содержащее уникальный идентификатор элемента
         - name_col = имя столбца, содержащее имя элемента
     Ожидаемый результат -
         item_dict = вывод типа словаря, содержащий item_id в качестве ключа и item
     '''
    item_dict ={}
    for i in range(df.shape[0]):
        item_dict[(df.loc[i,id_col])] = df.loc[i,name_col]
    return item_dict
```

Ввод [53]:

```
def runMF(interactions, n_components=30, loss='warp', k=15, epoch=30,n_jobs = 4):
    '''
     Функция для запуска алгоритма матричной факторизации
     Требуемый ввод -
         - взаимодействия = набор данных, созданный с помощью create_interaction_ma
         - n_components = количество вложений, которые вы хотите создать для опреде
         - потеря = функция потерь, другие варианты - логистические, brp
         - эпоха = количество эпох для запуска
         - n_jobs = количество ядер, используемых для выполнения
     Ожидаемый результат -
         Модель — обученная модель
     '''

    model = LightFM(no_components= n_components, loss=loss,k=k)
    model.fit(x,epochs=epoch,num_threads = n_jobs)
    return model
```

Ввод [54]:

```
def sample_recommendation_user(model, interactions, user_id, user_dict,
                               item_dict,threshold = 0,nrec_items = 10, show = True
    '''
     Функция для выдачи пользовательских рекомендаций
     Требуемый ввод -
         - модель = Обученная матричная модель факторизации
         - взаимодействия = набор данных, используемый для обучения модели
         - user_id = идентификатор пользователя, для которого нам нужно сгенерирова
         - user_dict = ввод словарного типа, содержащий interface_index в качестве
         - item_dict = ввод словарного типа, содержащий item_id в качестве ключа и
         - порог = значение, выше которого рейтинг является благоприятным в новой м
         - nrec_items = Количество необходимых выходных рекомендаций
     Ожидаемый результат -
         - Распечатывает список товаров, которые данный пользователь уже купил
         - Распечатывает список из N рекомендуемых элементов, которые, надеюсь, заи
     '''
    n_users, n_items = interactions.shape
    user_x = user_dict[user_id]
    scores = pd.Series(model.predict(user_x,np.arange(n_items)))
    scores.index = interactions.columns
    scores = list(pd.Series(scores.sort_values(ascending=False).index))

    known_items = list(pd.Series(interactions.loc[user_id,:] \
                                 [interactions.loc[user_id,:] > threshold].index) \
                       .sort_values(ascending=False))

    scores = [x for x in scores if x not in known_items]
    return_score_list = scores[0:nrec_items]
    known_items = list(pd.Series(known_items).apply(lambda x: item_dict[x]))
    scores = list(pd.Series(return_score_list).apply(lambda x: item_dict[x]))
    if show == True:
        print("Список товаров, которые данный пользователь уже купил:")
        counter = 1
        for i in known_items:
            print(str(counter) + '- ' + i)
            counter+=1

        print("\n Список из N рекомендуемых элементов, которые, надеюсь, заинтересу
        counter = 1
        for i in scores:
            print(str(counter) + '- ' + i)
            counter+=1
    return return_score_list
```

Переформатируем данные

Ввод [55]:

```
interactions = create_interaction_matrix(df = df_playlist, user_col = "user_id", it
interactions.head()
```

Out[55]:

cellphone_id	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...	23	24	25	26	27	28	2
user_id																		
0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	...	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.(
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	...	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.(
6	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	...	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.(
10	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	...	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.(
12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	...	6.0	4.0	0.0	0.0	4.0	0.0	0.(

5 rows × 33 columns

Ввод [56]:

```
user_dict = create_user_dict(interactions=interactions)
print(user_dict)
```

```
{0: 0, 1: 1, 6: 2, 10: 3, 12: 4, 16: 5, 24: 6, 25: 7, 26: 8, 28: 9, 2
9: 10, 30: 11, 32: 12, 36: 13, 37: 14, 38: 15, 52: 16, 56: 17, 79: 18,
80: 19, 84: 20, 91: 21, 95: 22, 98: 23, 99: 24, 100: 25, 104: 26, 105:
27, 106: 28, 110: 29, 111: 30, 112: 31, 114: 32, 115: 33, 119: 34, 12
3: 35, 124: 36, 126: 37, 128: 38, 129: 39, 137: 40, 140: 41, 142: 42,
143: 43, 144: 44, 145: 45, 148: 46, 152: 47, 156: 48, 160: 49, 162: 5
0, 169: 51, 178: 52, 183: 53, 194: 54, 200: 55, 203: 56, 204: 57, 208:
58, 211: 59, 230: 60, 232: 61, 233: 62, 234: 63, 235: 64, 236: 65, 23
7: 66, 238: 67, 240: 68, 243: 69, 244: 70, 246: 71, 251: 72, 252: 73,
253: 74, 254: 75, 255: 76, 256: 77, 257: 78, 258: 79}
```

Ввод [57]:

```
df_playlist
```

Out[57]:

	user_id	cellphone_id	rating
0	0	30	1
1	0	10	9
2	0	16	2
3	0	19	1
4	0	3	10
...	...	...	...
469	258	22	9
470	258	6	7
471	258	29	6
472	258	31	5
473	258	24	6

427 rows × 3 columns

Ввод [58]:

```
df_item=pd.read_csv('../input/cellphones-recommendations/cellphones data.csv')
```

Ввод [59]:

```
item_dict = create_item_dict(df=df_item, id_col='cellphone_id', name_col='model')
print(item_dict)
```

```
{0: 'iPhone SE (2022)', 1: 'iPhone 13 Mini', 2: 'iPhone 13', 3: 'iPhon
e 13 Pro', 4: 'iPhone 13 Pro Max', 5: 'iPhone XR', 6: 'Zenfone 8', 7:
'Galaxy A13', 8: 'Galaxy A32', 9: 'Galaxy A53', 10: 'Galaxy S22', 11:
'Galaxy S22 Plus', 12: 'Galaxy S22 Ultra', 13: 'Galaxy Z Flip 3', 14:
'Galaxy Z Fold 3', 15: 'Pixel 6 \xa0', 16: 'Pixel 6a', 17: 'Pixel 6 Pr
o\xa0', 18: 'Nord N20', 19: 'Nord 2T', 20: '10 Pro', 21: '10T', 22: 'F
ind X5 Pro', 23: 'X80 Pro', 24: 'Redmi Note 11', 25: '11T Pro', 26: '1
2 Pro', 27: 'Poco F4', 28: 'Xperia Pro', 29: 'Moto G Stylus (2022)', 3
0: 'Moto G Play (2021)', 31: 'Moto G Pure', 32: 'Moto G Power (2022)'}
```

Ввод [60]:

```
x = sparse.csr_matrix(interactions.values)
train, test = lightfm.cross_validation.random_train_test_split(x, test_percentage=0
```

Построим модель

Ввод [61]:

```
%time
model = runMF(interactions = train,
                  n_components = 30,
                  loss = 'warp',
                  k = 15,
                  epoch = 30,
                  n_jobs = 4)
```

```
CPU times: user 4 µs, sys: 1 µs, total: 5 µs
Wall time: 9.3 µs
```

Примеры

Ввод [62]:

```
rec_list = sample_recommendation_user(model = model,
                                      interactions = interactions,
                                      user_id = 0,
                                      user_dict = user_dict,
                                      item_dict = item_dict,
                                      threshold = 0,
                                      nrec_items = 10,
                                      show = True)
```

```
Список товаров, которые данный пользователь уже купил:
1- Moto G Play (2021)
2- Nord 2T
3- Pixel 6a
4- Galaxy S22
5- iPhone 13 Pro

 Список из N рекомендуемых элементов, которые, надеюсь, заинтересуют п
ользователя:
1- 12 Pro
2- Redmi Note 11
3- iPhone 13
4- iPhone XR
5- Moto G Pure
6- Xperia Pro
7- Galaxy S22 Plus
8- iPhone SE (2022)
9- Galaxy A32
10- Galaxy A13
```

Ввод [63]:

```
rec_list = sample_recommendation_user(model = model,
                                      interactions = interactions,
                                      user_id = 6,
                                      user_dict = user_dict,
                                      item_dict = item_dict,
                                      threshold = 0,
                                      nrec_items = 10,
                                      show = True)
```

```
Список товаров, которые данный пользователь уже купил:
1- X80 Pro
2- Nord 2T
3- Galaxy A32
4- iPhone 13 Mini

 Список из N рекомендуемых элементов, которые, надеюсь, заинтересуют п
ользователя:
1- Galaxy A53
2- Xperia Pro
3- Galaxy S22 Plus
4- iPhone XR
5- Pixel 6
6- Poco F4
7- iPhone 13 Pro
8- Moto G Stylus (2022)
9- Galaxy Z Flip 3
10- 11T Pro
```