

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ ЭЛЕКТРОННО-ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ Кафедра
интеллектуальных информационных технологий

Отчет по лабораторной работе №1

Специальность ИИ-23

Выполнил

К.А. Макаревич, студент
группы ИИ-23

Проверил К.В.
Андренко,
преподаватель стажёр
кафедры ИИТ,

« » 2025 г.

Брест 2025

Цель работы: научиться применять метод PCA для осуществления визуализации данных.

Задание:

1. Используя выборку по варианту, осуществить проецирование данных на плоскость первых двух и трех главных компонент (двумя способами: 1. вручную через использование `numpy.linalg.eig` для вычисления собственных значений и собственных векторов и 2. с помощью `sklearn.decomposition.PCA` для непосредственного применения метода PCA – два независимых варианта решения);
2. Выполнить визуализацию полученных главных компонент с использованием средств библиотеки `matplotlib`, обозначая экземпляры разных классов с использованием разных цветовых маркеров;
3. Используя собственные значения, рассчитанные на этапе 1, вычислить потери, связанные с преобразованием по методу PCA. Сделать выводы;
4. Оформить отчет по выполненной работе, загрузить исходный код и отчет в соответствующий репозиторий на github.

Задание по вариантам

2 | hcv+data.zip

| Category

Код программы

```
import pandas as pd
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.decomposition import PCA
from sklearn.preprocessing import StandardScaler, LabelEncoder
from sklearn.impute import SimpleImputer

data = pd.read_csv(r'D:\Kirill\IAD\hcvdat0.csv')
y = data['Category']
X = data.drop('Category', axis=1)

imputer = SimpleImputer(strategy='mean')
X_imputed = imputer.fit_transform(X.select_dtypes(include=[np.number]))
scaler = StandardScaler()
X_scaled = scaler.fit_transform(X_imputed)

label_encoder = LabelEncoder()
y_encoded = label_encoder.fit_transform(y)

cov_matrix = np.cov(X_scaled.T)
eigenvalues, eigenvectors = np.linalg.eig(cov_matrix)
```

```

sorted_indices = np.argsort(eigenvalues)[::-1]
eigenvalues_sorted = eigenvalues[sorted_indices]
eigenvectors_sorted = eigenvectors[:, sorted_indices]

X_pca_manual = X_scaled.dot(eigenvectors_sorted)

pca = PCA()
X_pca_sklearn = pca.fit_transform(X_scaled)

for i in range(X_pca_sklearn.shape[1]):
    correlation = np.corrcoef(X_pca_manual[:, i], X_pca_sklearn[:, i])[0, 1]

    if correlation < 0:
        X_pca_sklearn[:, i] = -X_pca_sklearn[:, i]
        pca.components_[i] = -pca.components_[i]

fig, axes = plt.subplots(2, 2, figsize=(16, 12))
fig.suptitle('PCA Projection - Синхронизированные знаки', fontsize=16,
fontweight='bold')

unique_classes = np.unique(y_encoded)
colors = plt.cm.Set3(np.linspace(0, 1, len(unique_classes)))

for i, class_idx in enumerate(unique_classes):
    mask = y_encoded == class_idx
    class_name = label_encoder.inverse_transform([class_idx])[0]

    axes[0, 0].scatter(X_pca_manual[mask, 0], X_pca_manual[mask, 1],
        c=[colors[i]], label=class_name, alpha=0.7, s=50)

    axes[0, 1].scatter(X_pca_sklearn[mask, 0], X_pca_sklearn[mask, 1],
        c=[colors[i]], label=class_name, alpha=0.7, s=50)

axes[0, 0].set_title('Ручная PCA - 2D')
axes[0, 0].set_xlabel(f'PC1
({eigenvalues_sorted[0]/np.sum(eigenvalues_sorted)*100:.1f}%)')
axes[0, 0].set_ylabel(f'PC2
({eigenvalues_sorted[1]/np.sum(eigenvalues_sorted)*100:.1f}%)')
axes[0, 0].legend()

axes[0, 1].set_title('Sklearn PCA - 2D')

```

```
axes[0, 1].set_xlabel(f'PC1 ({pca.explained_variance_ratio_[0]*100:.1f}%)')
axes[0, 1].set_ylabel(f'PC2 ({pca.explained_variance_ratio_[1]*100:.1f}%)')
axes[0, 1].legend()
```

```
ax1 = fig.add_subplot(2, 2, 3, projection='3d')
ax2 = fig.add_subplot(2, 2, 4, projection='3d')
```

```
for i, class_idx in enumerate(unique_classes):
    mask = y_encoded == class_idx
    class_name = label_encoder.inverse_transform([class_idx])[0]
```

```
    ax1.scatter(X_pca_manual[mask, 0], X_pca_manual[mask, 1],
X_pca_manual[mask, 2],
                c=[colors[i]], label=class_name, alpha=0.7, s=40)
```

```
    ax2.scatter(X_pca_sklearn[mask, 0], X_pca_sklearn[mask, 1],
X_pca_sklearn[mask, 2],
                c=[colors[i]], label=class_name, alpha=0.7, s=40)
```

```
ax1.set_title('Ручная PCA - 3D')
ax1.set_xlabel('PC1')
ax1.set_ylabel('PC2')
ax1.set_zlabel('PC3')
```

```
ax2.set_title('Sklearn PCA - 3D')
ax2.set_xlabel('PC1')
ax2.set_ylabel('PC2')
ax2.set_zlabel('PC3')
```

```
plt.tight_layout()
plt.show()
```

```
print("ПРОВЕРКА СИНХРОНИЗАЦИИ МЕТОДОВ:")
print("=" * 50)
```

```
for i in range(3):
    correlation = np.corrcoef(X_pca_manual[:, i], X_pca_sklearn[:, i])[0, 1]
    print(f'PC {i+1}: Корреляция = {correlation:.6f}')

variance_manual = eigenvalues_sorted[i] / np.sum(eigenvalues_sorted)
variance_sklearn = pca.explained_variance_ratio_[i]
```

```

print(f"    Дисперсия: ручная={variance_manual:.4f},
sklearn={variance_sklearn:.4f}")
print(f"    Разница: {abs(variance_manual - variance_sklearn):.6f}")
print()

print("ОБЪЯСНЕНИЕ РАЗЛИЧИЙ В ПРОЦЕНТАХ:")
print("=" * 50)

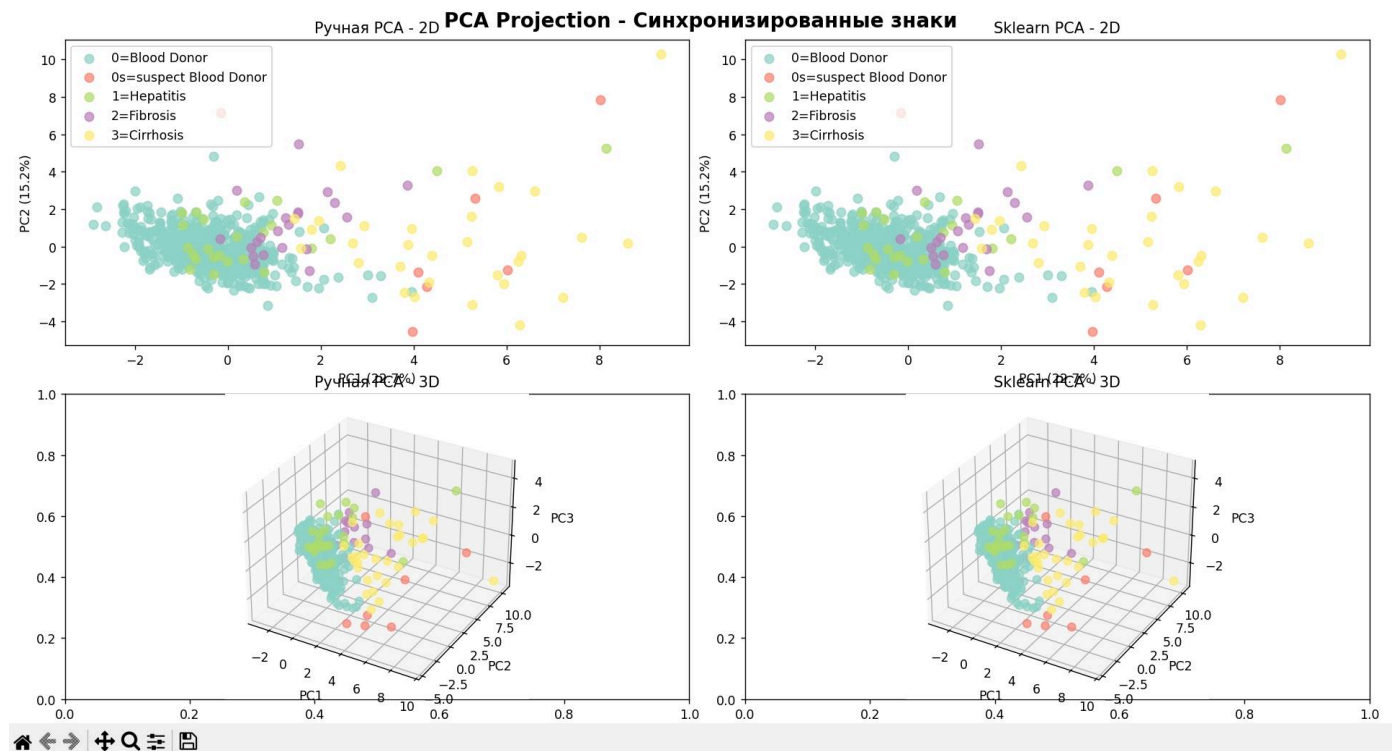
print("Sklearn объясненная дисперсия нормализована:")
print(f"Сумма всех explained_variance_ratio_:
{np.sum(pca.explained_variance_ratio_):.6f}")

total_variance_manual = np.sum(eigenvalues_sorted)
print(f"Ручной метод - общая дисперсия: {total_variance_manual:.6f}")
print(f"Проверка нормализации:
{np.sum(eigenvalues_sorted/total_variance_manual):.6f}")

print(f"\nМаксимальная разница в дисперсии:
{np.max(np.abs(eigenvalues_sorted/total_variance_manual -
pca.explained_variance_ratio_)):.6f}")

```

Figure 1



```
D:\>python -u "d:\Kirill\IAD\lab1.py"
ПРОВЕРКА СИНХРОНИЗАЦИИ МЕТОДОВ:
=====
PC1: Корреляция = 1.000000
    Дисперсия: ручная=0.2271, sklearn=0.2271
    Разница: 0.000000

PC2: Корреляция = 1.000000
    Дисперсия: ручная=0.1519, sklearn=0.1519
    Разница: 0.000000

PC3: Корреляция = 1.000000
    Дисперсия: ручная=0.1148, sklearn=0.1148
    Разница: 0.000000

ОБЪЯСНЕНИЕ РАЗЛИЧИЙ В ПРОЦЕНТАХ:
=====
Sklearn объясненная дисперсия нормализована:
Сумма всех explained_variance_ratio_: 1.000000
Ручной метод - общая дисперсия: 12.019544
Проверка нормализации: 1.000000

Максимальная разница в дисперсии: 0.000000
```

Вывод: Одинаковые значения у методов получаются благодаря правильности реализации, так как ручная реализация идентична той, что зашита в библиотеку, потому что это один и тот же алгоритм.