西安电子科技大学网络与信息安全学院
大数据分析与安全 实验报告

班　　级：2118021

学　　号：

姓　　名：

电子邮箱：

指导教师：李 玥

2024 年 10 月 28 日

实验题目：网络攻击分类器——GMM

实验摘要：

用非监督学习算法 GMM 设计了一个通用的网络攻击分类器，对于 KDD 数据集的检测准确率达到了 58.9%，F1 Score 达到了 0.508。

题目描述：

用非监督学习算法设计一个通用的网络攻击分类器，将样本分为 5 类。

实验内容：

一 实验目的

设计一个通用的网络攻击分类器，能够识别五种样本类型：benign（良性）、DoS 类、r2l 类、u2r 类、probe 类。探索 SOM（自组织映射）、KMeans（K 均值）、GMM（高斯混合模型）等不同的无监督学习算法在网络攻击分类中的表现。

二 模型选择

我进行了 SOM、KMeans、GMM 三个模型的效果对比，具体原因：

- SOM：SOM 具备较好的可视化特性，能够直观显示不同类型攻击样本的空间分布，使模型更便于解释和优化。
- KMeans：由于其计算复杂度较低，KMeans 在大规模数据处理上具备较好的效率。对于网络流量数据，这一优势非常重要。
- GMM：GMM 具有更灵活的簇形状（非线性），适用于复杂网络流量数据的分类，有助于捕捉攻击流量样本的多样性。

三 实验步骤

1. 数据预处理

- 收集并加载数据，对缺失值和异常值进行处理。
- 进行特征选择和数据标准化，以保证特征的有效性和模型的收敛性

2. 模型训练

- 按照无监督学习方法的要求，选定不同的无监督模型（SOM、KMeans、GMM），并进行训练。
- 使用交叉验证或不同分割策略验证模型表现。

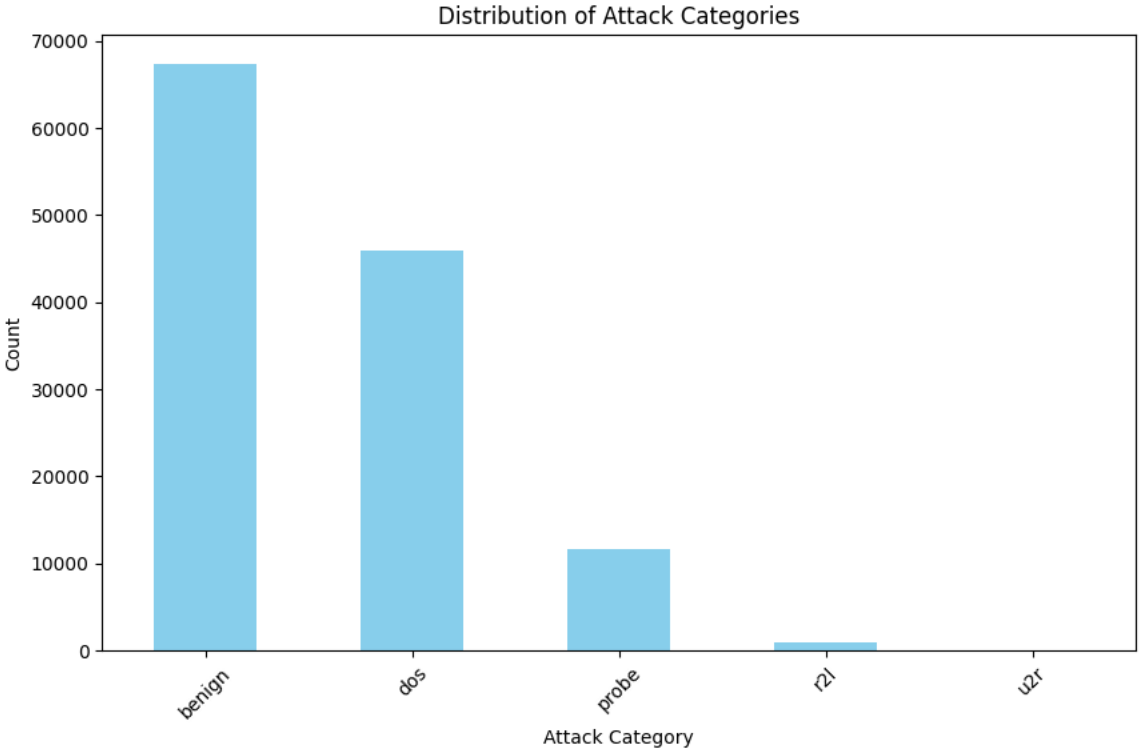
3. 结果可视化

- 使用混淆矩阵和降维（如 PCA、t-SNE）等方法，将不同类样本的分类结果进行可视化，展示模型的分离效果。
- 对比各个模型的分类效果，总结分类效果最佳的模型及其参数配置。

四 实验结果与分析

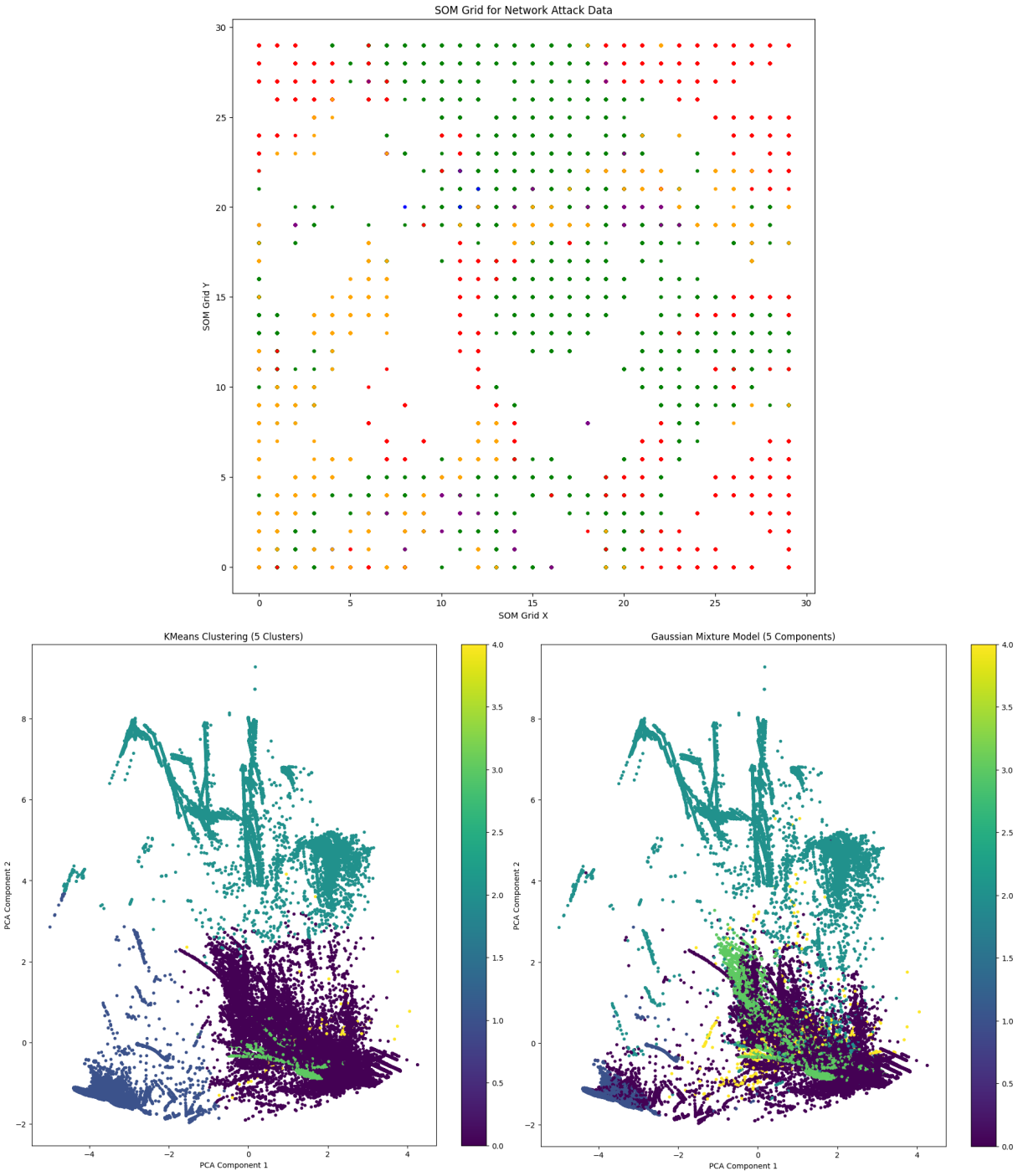
1. 数据预处理

对“KDDTrain+”数据进行了统计、清洗，其中统计结果如下图所示。对于数据中出现的错误数据（格式不正确、数据缺失），采用了中位数填补的方法。



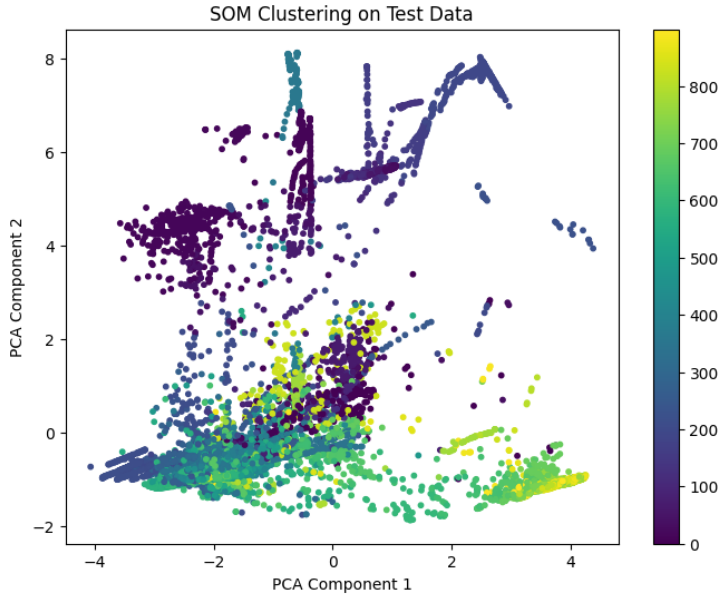
2. 模型训练

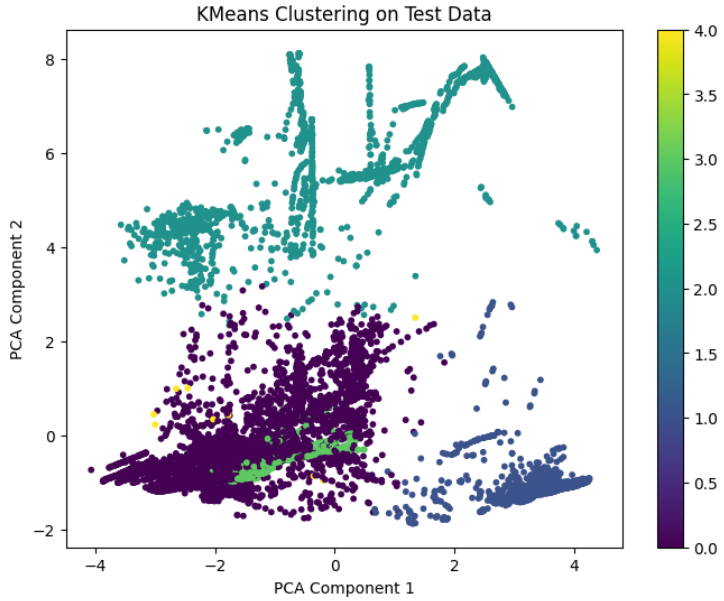
使用“KDDTrain+”分别对三个模型进行训练，其中 SOM、KMeans、GMM 的训练可视化结果如下图所示。其中 SOM 的可视化结果是使用了数据样本在网格上形成拓扑结构，KMeans 和 GMM 使用了训练完成后的，原数据使用 PCA 聚类成 2 维的散点图。

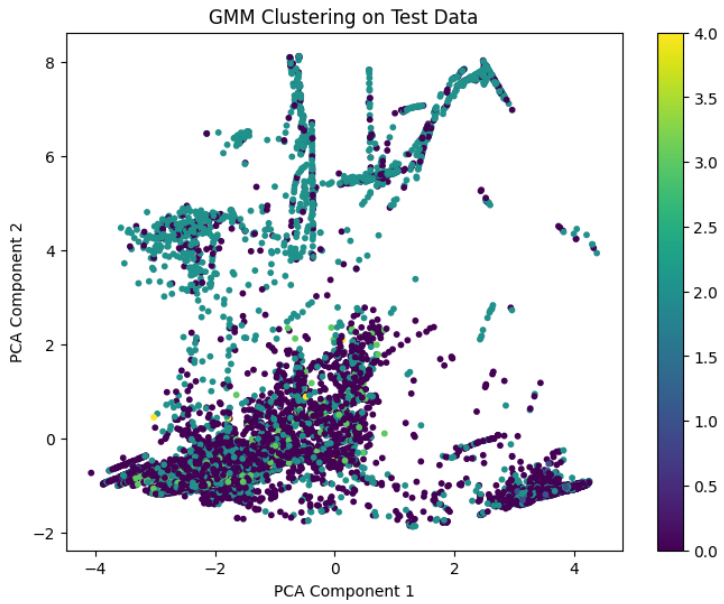


3. 结果可视化

最后使用三个模型进行异常检测，并给出结果散点可视化。其中 SOM、KMeans 和 GMM 的 Accuracy 分别可以达到 33.2%、39.3%、58.9%，F1 Score 分别达到了 0.341、0.339、0.508。


SOM Clustering on Test Data
PCA Component 2
PCA Component 1
8
6
4
2
0
−2
−4
−2
0
2
4
800
700
600
500
400
300
200
100
0


KMeans Clustering on Test Data
PCA Component 2
PCA Component 1
8
6
4
2
0
−2
−4
−2
0
2
4
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0


GMM Clustering on Test Data
PCA Component 2
PCA Component 1
8
6
4
2
0
−2
−4
−2
0
2
4
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0

实验总结：

本次实验通过 SOM、KMeans 和 GMM 三种算法设计了一个网络攻击分类器，并深入探讨了每种算法的分类效果、参数调优及可视化结果。但是，在五类攻击样本中，某些类别（如 u2r 和 r2l）之间的特征相似度较高，导致模型难以区分这些类别，分类效果不理想。

参考文献：

[1] https://www.kaggle.com/code/fazilbtopal/popular-unsupervised-clustering-algorithms
[2] https://www.kaggle.com/datasets/hassan06/nslkdd
[3] https://pandas.pydata.org/
[4] https://zhuanlan.zhihu.com/p/78798251