گزارش تحلیل دیتا ست NSL-KDD با یادگیری ماشین

دیتا ست NSL-KDD یکی از معروف ترین مجموعه داده ها در تشخیص نفود شبکه (IDS- Intrusion Detection Systems) است.این دیتا شامل ویژگی های آماری از ارتباط شبکه و برچسب های مربوط به نوع ترافیک (نرمال یا انواع حمله) میباشد. حال با توجه به افزایش تبادل داده و گسترش اینترنت تهدید های مختلف مانند حملات R2L,Probe, Dos و U2R امنیت سیستم ها را در معرض خطر قرار میدهند . به همین دلیل استفاده از سیستم های تشخیص نفوذ (IDS- Intrusion Detection Systems)برای شناسایی و جلوگیری از حملات اهمیت زیادی دارد.

این دیتا ست یه نسخه بهبود یافته KDD Cup 1999 است مشکلاتی مانند حجم بسیار زیاد و تکرار داده ها را ندارد.NSL KDD شامل 22543 اتصال شبکه هستش با تعدادی feature ها توصیف شده و برچسب(labels)یا اتصال عادی (normal)یا یکی از انواع حمله (attack)می باشد.

حالا هدف این پروژه چیست؟

هدف این پروژه این است مقایسه عملکرد دو الگوریتم Logistic Regression و Isolation Forest در تشخیص نفوذ میباشد

Isolation Forest (الگوریتم بدون نظارت برای شناسایی برای شناسایی ناهنجاری ها)

Logistic Regression(الگوریتم نظارت شده خطی)

آماده سازی

ابتدا داده NSL-KDD از سایت Kaggle دانلود و بارگزاری شد . مراحل پیش پردازش شامل موارد زیر بود:

1. **بررسی تعداد رکورد ها و ستون های**
2. **حذف یا نادیده گرفتن مقادیر گمشده**
3. **تبدیل برخی Feature ها (به طور مثال protocol_type,service,flag) به داده های عددی با one-Hot**
4. **تعریف جدید در Labels به normal و attack**
5. **تقسیم داده ها به دوبخش آموزش ئ تست (70% و 30%)**

اجرای الگوریتم

isolation Forest.1

این الگوریتم یک روش unsupervised که به طور خاص برای تشخیص ناهنجاری طراحی شده .ایده آن این است که (مثل حملات) راحت تر از داده های عادی جدا میشنوند . در کل اصل کار اینه که داده های normal (عادی) با داده های غیر عادی (مثل حملات سایبری) رو از بقیه جدا کنی .

logistic regression.2

این الگوریتم یه مدل خطی برای طبقه بندی دودویی ست و یک روش supervised است . با استفاده از ویژگی های ورودی , یک مرض تصمیم بین کلاس ها ترسیم میکند . مدل روی داده های اموزشی fit شد و سپس روی داده ی تست predict اجرا گردید . برای جلوگیری از مشکل همگرایی پارامتر max_iter = 10000 در نظر گرفته شده (پ.ن: از اونجایی که به طور دیفالت 1000 هستش مدل موقع بهینه سازی جواب خوبی نمیداد. پس 10000 و 5000 گزینه مناسب تری است)

ارزیابی مدل

برای ارزیابی مدل ها از معیار های زیر استفاده شده است:

1.Accuracy: درصد پیش بینی صحیح کل نمودار ها

2.Precision: دقت شناسایی حملات

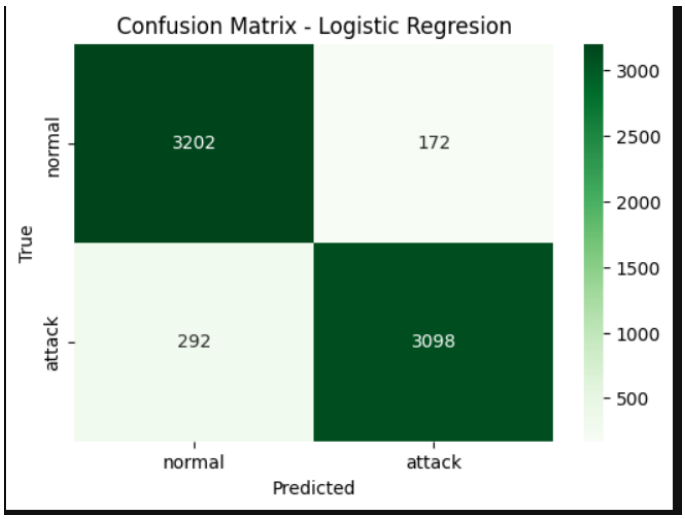
3.Recall: توانای در پیدا کردن تمام حملات

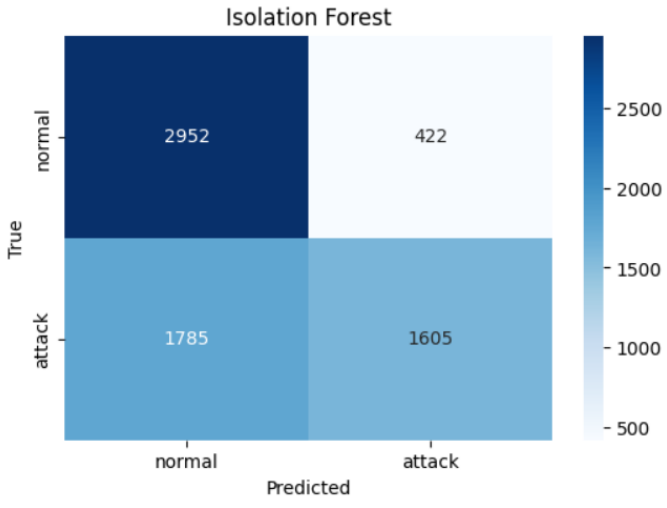
4.F1-Score: میانگین هماهنگ Precision , Recall

نتایج مقایسه :

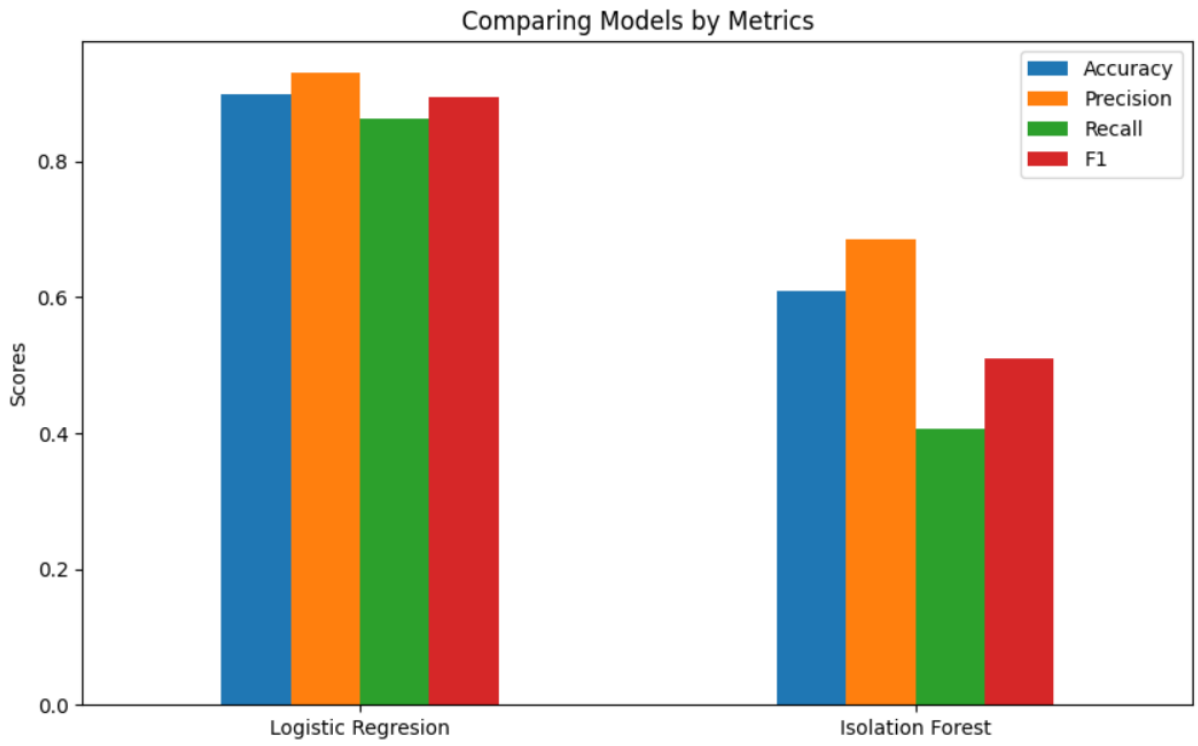
	Accuracy	Precision	Recall	F1
Logistic Regresion	0.898581	0.929663	0.862670	0.894914
Isolation Forest	0.609255	0.684918	0.406379	0.510102

یه bar plot هم رسم شد که نشان داد Logistic regression در تمام معیار ها عمکرد بهتری نسبت به Isolation Forest دارد.همچنین یه Heatmap برای دقت الگوریتم و اختلاف نتایج آن ها در صفحه بعد نمایش داده میشود.





Bar plot



نتیجه گیری

در این پروژه NSL-KDD ست مورد بررسی قرار گرفت و دو الگوریتم Logistic Regression و Isolation Forest بر روی ان اجرا شد و هدف این بود که با استفاده از دو روش Supervised و Unsupervised بررسی کرد که کدام روش و با کدام الگوریتم دقت بالاتر و کیفیت و نتایج بهتری در اختیار ما قرار میدهد. بررسی های نشان میدهد :

Logistic Regression: با توجه استفاده از برچسب های واقعی توانست دقت بالاتری در شناسایی حملات بدست اورد

Isolation Forest: بودن عملکرد ضعیف تری داشت اما همچنان توانست الگوهای ناهنجاری را Unsupervised به دلیل تشخیص دهد

حال برای بهبود عملکرد میتوان از الگوریتم های SVM و Random Forest یا شبکه های عصبی های مصنوعی عمیق استفاده کرد.(در پیوست های مقاله های که این الگوریتم هارا استفاده کرده اند به اشتراک گذاشته میشوند.

Linear Regression: https://scikit-learn.org/1.5/auto_examples/linear_model/plot_ols.html

Isolation Forest: https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.ensemble.IsolationForest.html

Label Encoding: https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.preprocessing.LabelEncoder.html

ScikitLearn: https://scikit-learn.org/stable

Seaborn plots: https://seaborn.pydata.org/examples/index.html

Scores: https://scikit-learn.org/stable/modules/model_evaluation.html

Pro: https://www.geeksforgeeks.org/machine-learning/ml-models-score-and-error

مقاله ها(chat_GPT5) :

Intrusion Detection algorithm based on improved SVM Classification method:https://www.researchgate.net/publication/359796437_An_Analysis_of_Intrusion_Detection_Classification_using_Supervised_Machine_Learning_Algorithms_on_NSL-KDD_Dataset?utm_source=chatgpt.com

Intelligent intrusion Detection system using Rf, SVM and DT:https://thescipub.com/abstract/jcssp.2025.1749.1759?utm_source=chatgpt.com

Intrusion Detection System using Support vector Machine (SVM)on the KDDCUP99 and NSL-KDD datasets:https://arxiv.org/abs/2209.05579?utm_source=chatgpt.c

Hatef jani

Email: janalipourhatef@gmail.com

Github:Hatef-skywalker007

Thanks For Everything mispython