机器学习(Machine Learning)是人工智能（Artificial Intelligence）研究与应用的一个分支。

监督学习（Supervised Learning）：侧重对事物未知表现的预测，一般包括分类问题（Classification）和回归问题（Regression）。

分类问题：类别是离散的，也是预先知道数量的。例如根据人的体重，身高，三维来预测其性别。

回归问题：预测的目标是连续变量，例如根据房屋面积，地理位置等预测其价格。

无监督学习（Unsupervised Learning）：侧重对事物本身特性的分析，常用的技术有降维（Dimensionality Reduction）和聚类（Clustering）

数据降维：对事物的特性进行压缩和筛选，之前做的PCA主成分分析就是一种数据降维方法。

聚类：根据数据的相似性，将相似的数据划分为一个簇。不同于分类问题，大多数情况下我们并不预先知道簇的数量和具体含义。例如，大型点数对用户的信息和购买习惯进行聚类分析，从而针对特定人群投放特定广告。

特征：反映数据内在规律的信息。

特征向量：描述一个数据样本的规律信息。

统计学知识：均值，中值，方差

居中趋势测量：均值、中值、众数

众数：在统计分布上具有明显集中趋势点的数值，代表数据的一般水平（众数可以不存在或多于一个）。修正定义：是一组数据中出现次数最多的数值，叫众数，有时众数在一组数中有好几个。

数据的离散性：四分位距法、异常值、标准偏差、贝塞尔修正。

不能将测试数据用于训练。

监督学习大体上可以分为：分类学习和回归预测。

监督学习的基本架构和流程：



线性分类

良性/恶性肿瘤分类

例：程序machine\_learning/classfication\_test1.py

import pandas as pd  
import numpy as np  
from sklearn.model\_selection import train\_test\_split  
from sklearn.preprocessing import StandardScaler  
from sklearn.linear\_model import LogisticRegression  
from sklearn.linear\_model import SGDClassifier  
from sklearn.metrics import classification\_report  
  
# 创建特征列表  
column\_names = ['Sample code number', 'Clump Thickness', 'Uniformity of Cell Size', 'Uniformity of Cell Shape', 'Marginal Adhesion', 'Single Epithelial Cell Size', 'Bare Nuclei', 'Bland Chromatin', 'Normal Nucleoli', 'Mitoses', 'Class']  
  
# 读取数据  
data = pd.read\_csv('https://archive.ics.uci.edu/ml/'  
 'machine-learning-databases/breast-cancer-wisconsin/breast-cancer-wisconsin.data', names=column\_names)  
  
# 将缺省值?替换为NumPy的标准缺失值  
data = data.replace(to\_replace='?', value=np.nan)  
data = data.dropna(how='any')  
  
# 将数据保存成csv文件，不加行索引  
# data.to\_csv('total.csv', index=False)  
  
# print(data.shape)  
  
# 数据分割，多少训练，多少预测  
# data[column\_names[1:10]]：样本特征集  
# data[column\_names[10]]：样本标签集  
# X\_train：训练特征集  
# y\_train：训练标签集  
# X\_test：测试特征集  
# y\_test：测试标签集  
X\_train, X\_test, y\_train, y\_test = \  
 train\_test\_split(data[column\_names[1:10]], data[column\_names[10]], test\_size=0.25, random\_state=33)  
  
# 第1列为Excel列号+1  
# 第2列为'Class'列的值  
# print(y\_train)  
  
# 标准化数据，每个维度的特征数据方差为1，均值为0  
# 会将每个维度的数据标准为正负值  
ss = StandardScaler()  
  
# 将数据类型转换为float  
X\_train = X\_train.astype(float)  
X\_test = X\_test.astype(float)  
X\_train = ss.fit\_transform(X\_train)  
X\_test = ss.transform(X\_test)  
  
LR = LogisticRegression()  
SGDC = SGDClassifier()  
  
# 调用LogisticRegression来训练模型  
LR.fit(X\_train, y\_train)  
  
# LR预测  
lr\_y\_predict = LR.predict(X\_test)  
  
# 调用SGDClassifier来训练模型  
SGDC.fit(X\_train, y\_train)  
  
# SGDC预测  
sgdc\_y\_predict = SGDC.predict(X\_test)  
  
# 结果分析  
# LR  
print('Accuracy of LR Classifier: ', LR.score(X\_test, y\_test))  
print(classification\_report(y\_test, lr\_y\_predict, target\_names=['Benign', 'Malignant']))  
  
print('\n')  
  
# SGDC  
print('Accuracy of SGDC Classifier: ', SGDC.score(X\_test, y\_test))  
print(classification\_report(y\_test, sgdc\_y\_predict, target\_names=['Benign', 'Malignant']))

二分类的三个评价指标：

1. 准确性（Accuracy）：



对应到本例中，类别有两种：恶性/良性，记恶性为阳（Positive），良性为阴（Negative），则预测正确恶性为True Positive，预测错误恶性为False Positive，预测正确良性为True Negative，预测错误良性为False Negative。准确性为：



1. 精确率（Precision）：



对于本例：两个类别的精确率分别为：





1. 召回率(Recall)



其中：另1个分类预测错误样本即为应该被预测为本分类，却被识别为另1个分类的样本。

本例中：两个类别的召回率分别为：





另外还有一个调和指标F1 measure：



F-β得分：

F1为F-β在β=1的情况，β<1代表更偏向精度，β>1代表更偏向召回率。

对于多分类的情况，对于某一分类计算精确率和召回率时，将其他分类统一看成另一分类。

混淆矩阵：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 识别为阳 | 识别为阴 |
| 阳 | True positive | False Negative |
| 阴 | False positive | True Negative |



ROC曲线：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Predict Positive | Predict Negative |  |
| Positive | True Positive(TP) | False Negative(FN) | Actual Positive(TP + FN) |
| Negative | Fasle Positive(FP) | True Negative(TN) | Actual Negative(FP + TN) |
|  |  |  |  |

真正类率(True Positive Rate)：TPR = TP / (TP + FN)，也等于Positive的召回率。

负正类率(False Positive Rate)：FPR = FP / (FP + TN)。

真负类率(True Negative Rate)：TNR = TN / (FP + TN)，也等于Negative的召回率。

TPR又称为敏感度Sensitivity

TNR又称为特异度Specificity

FPR就是1-Specificity。

ROC曲线，横轴为FPR，竖轴为TPR。

ROC曲线的绘制：对于一个分类器，对于二分类问题，可以预测出一个样本为TP的概率，设置不同的阈值，就会得到不同的(FPR, TPR)。

<https://www.cnblogs.com/wuchuanying/p/6243987.html>

理想的分类器，FPR = 0，TPR = 1

AUC：ROC曲线下方的面积，理想的为1，随机情况（最坏的情形）为0.5，面积也可能小于0.5，即TPR的值一直小于FPR，识别正确的真阳性TP一直小于被误识别为阳性FN，但如果进行分类翻转，则会好于AUC为0.5的情形。

R2系数：把样本的预测值与样本的平均值进行对比，如果样本预测的误差平方和接近用样本的平均值当成预测值的误差平方和，则R2接近1，说明模型不好。

SST：总离差平方和（用样本平均值进行预测），

SSE：残差平方和（误差平方和），



好的模型，R2的值应该接近于1，坏的模型，R2的值接近0.