

问题

判别式模型和生成式模型是机器学习中很重要的两个概念，也是笔试面试中很可能出现的问题，这里整理一遍是为了让自己更好地理解和区分这两者之间的不同。

概念

假设可观测到的变量集合为 X ，其他变量集合为 Z ，需要预测的变量集合为 Y ，则：

判别式模型：是指在给定 X 情况下，直接对**条件概率分布** $P(Y, Z|X)$ 进行建模来预测 Y 。

$$P(Y|X) = \sum_Z P(Y, Z|X) \quad (1)$$

生成式模型：是指先对**联合概率分布** $P(X, Y, Z)$ 进行建模，然后在给定 X 的情况下，通过计算边缘分布来预测 Y 。

$$P(Y|X) = \frac{P(X, Y)}{P(X)} = \frac{\sum_Z P(X, Y, Z)}{\sum_{Y, Z} P(X, Y, Z)} \quad (2)$$

比较

参考了一篇博客，总结自 Andrew Ng 在NIPS 2001年一篇关于判别式模型和生成式模型的比较的文章

On Discriminative vs. Generative classifiers: A comparison of logistic regression and naive Bayes

类别	判别式模型(Discriminative Model)	生成式模型(Generative Model)
特点	寻找不同类别之间的最优分类面，反映的是 异类数据之间的差异	对后验概率建模，从统计的角度表示数据的分布情况，能够反映 同类数据本身的相似度
联系	由生成式模型可以得到判别式模型，	但由判别式模型得不到生成式模型
本质区别	对 条件概率分布$P(Y X)$ 建模	对 联合概率分布$P(X,Y)$ 建模
常见模型	Linear Regression Logistic Regression SVM KNN 神经网络 线性判别分析(LDA) 最大熵模型 条件随机场 (CRF)	贝叶斯网络 朴素贝叶斯 隐马尔科夫模型 (HMM) 高斯混合模型 (GMM) 文档主题生成模型 (LDA) pLSA
优点	①性能相对于生成式更简单，更容易学习 ②适用较多类别的识别 ③能清晰分辨出多类或一类与其他类之间的差异特征	①能用于数据不完整的情况 ②研究单类问题比判别式灵活 ③实际上带的东西要比判别式更丰富 ④模型可以通过增量学习得到
缺点	不能反映数据本身的特性	学习和计算过程比较复杂
性能	较好（原因是利用了训练数据的类别标识信息）	较差
主要应用	①图像和文本分类 Image and document classification ②生物序列分析 Biosequence analysis ③时间序列预测 Time series prediction	①NLP ②医学诊断 (Medical Diagnosis)

补充1

摘取另一个博主的观点：[判别式模型与生成式模型](#)

类别	判别式模型(Discriminative Model)	生成式模型(Generative Model)
模型错误率	较低	更高
检测异常值	不能	能（因为模型学习了所有的分布）
利用无标签数据	不能	能（如DBN网络）

补充2

摘取自《统计学习方法》

判别式模型的特点：判别方法直接学习的是条件概率 $P(Y|X)$ 或决策函数 $f(X)$ ，直接面对预测，往往学习的准确率更高；由于直接学习 $P(Y|X)$ 或决策函数 $f(X)$ ，可以对数据进行各种程度上的抽象、定义特征并使用特征，因此可以简化学习问题。

生成式模型的特点：生成式方法可以还原出联合概率分布 $P(X, Y)$ ，而判别式不能；生成式学习方法收敛速度更快，即当样本容量增加的时候，学到的模型可以更快收敛于真实模型（对此我的理解是在增加样本之前，模型已经学得数据的整体分布，因此当新样本进来后，很容易确定新样本所属的类别）；当存在隐变量时，仍可以使用生成式模型，但是判别式模型不可使用

参考资料

[Generative Model 与 Discriminative Model](#)

[判别式模型与生成式模型](#)