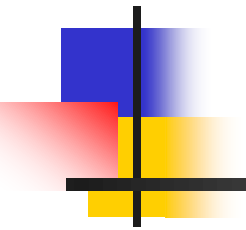


# 贝叶斯分类器

杜逆索

# 五、贝叶斯分类算法

## 1.基本概念

### 1.1 主观概率

贝叶斯方法是一种研究不确定性的推理方法，不确定性常用贝叶斯概率表示，它是一种主观概率，是人的认识，是个人主观的估计，随个人的主观认识的变化而变化。对它的估计取决于先验知识的正确和后验知识的丰富和准确，因此贝叶斯概率常常可能随个人掌握信息的不同而发生变化，基于后验知识的一种判断，取决于对各种信息的掌握。

# 五、贝叶斯分类算法

**1.基本概念**

**1.2 贝叶斯定理**

1.基础知识

（1）已知事件A发生的条件下，事件B发生的概率，叫做事件B在事件A发生下的条件概率，记为 $P(B|A)$，其中 $P(A)$叫做先验概率，$P(B|A)$叫做后验概率，计算条件概率的公式为：

$$P(B|A)=\frac{P(A\cap B)}{P(A)}$$

条件概率公式通过变形得到乘法公式：

$$P(A\cap B)=P(B|A)P(A)$$

# 五、贝叶斯分类算法

1.基本概念

1.2 贝叶斯定理

1.基础知识

（2）设A,B为两个随机事件，如果有$P(AB)=P(A)P(B)$成立，则称事件A和B相互独立。此时有$P(A|B)=P(A)$，$P(AB)=P(A)P(B)$成立。

# 五、贝叶斯分类算法

**1.基本概念**

**1.2 贝叶斯定理**

1.基础知识

（3）设 $B_1, B_2, \cdots, B_n$ 为互不相容事件，$P(B_i) > 0, i = 1, 2, \cdots, n$，且 $\bigcup_{i=1}^{n} B_i = \Omega$ ，对任意的事件 $A \subset \bigcup_{i=1}^{n} B_i$ ,计算事件A概率的公式为：

$$P(A) = \sum_{i=1}^{n} P(B_i) P(A|B_i)$$

设 $P(A) > 0$，则在事件A发生的条件下，事件 $B_i$ 发生的概率为：

$$P(B_i|A) = \frac{P(B_i A)}{P(A)} = \frac{P(B_i) P(A|B_i)}{\sum_{i=1}^{n} P(B_i) P(A|B_i)}$$

称该公式为贝叶斯公式。

# 五、贝叶斯分类算法

1.基本概念

1.2 贝叶斯定理

2．贝叶斯决策准则

如果对于任意 $i \neq j$，都有 $P(C_i|X) > P(C_j|X)$ 成立，则样本模式X被判定为类别 $C_i$ 。

# 五、贝叶斯分类算法

**1.基本概念**

**1.2 贝叶斯定理**

3. 极大后验假设

根据贝叶斯公式可得到一种计算后验概率的方法：在一定假设的条件下，根据先验概率和统计样本数据得到的概率，可以得到后验概率。

令$P(c)$是假设c的先验概率，它表示c是正确假设的概率，$P(X)$表示的是训练样本X的先验概率，$P(X|c)$表示在假设c正确的条件下样本X发生或出现的概率，根据贝叶斯公式可以得到后验概率的计算公式：

$$P(c|X)=\frac{P(X|c)P(c)}{P(X)}$$

# 五、贝叶斯分类算法

**1.基本概念**

**1.2 贝叶斯定理**

3. 极大后验假设

设 $C$ 为类别集合也就是待选假设集合，在给定未知类别标号样本X时，通过计算找到可能性最大的假设 $c \in C$，具有最大可能性的假设或类别被称为极大后验假设(maximum a posteriori)，记作：

$$c_{map} = \arg\max_{c \in C} P(c|X) = \arg\max_{c \in C} \frac{P(X|c)P(c)}{P(X)}$$

# 五、贝叶斯分类算法

## 2.贝叶斯分类算法原理

### 2.1朴素贝叶斯分类模型

朴素贝叶斯分类模型：算法逻辑简单、运算速度快、分类耗时短、精度高。

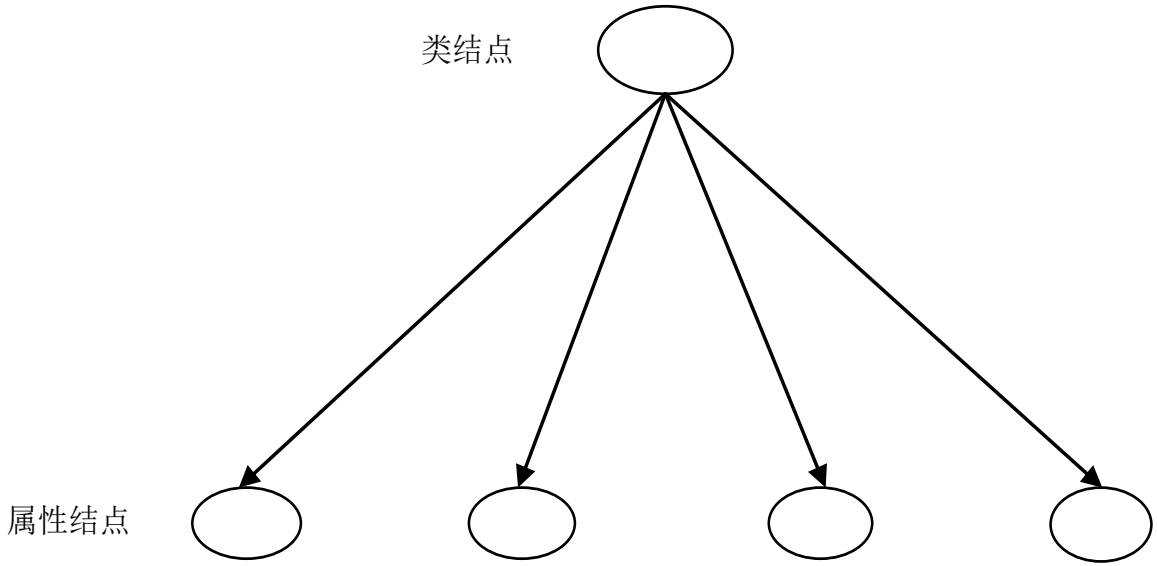
以属性的类条件独立性假设为前提，即在给定类别状态条件下，属性之间是相互独立的。

# 五、贝叶斯分类算法

## 2.贝叶斯分类算法原理

### 2.1朴素贝叶斯分类模型

朴素贝叶斯分类器的结构示意图如下图所示：



# 五、贝叶斯分类算法

## 2.贝叶斯分类算法原理

### 2.1朴素贝叶斯分类模型

朴素贝叶斯分类模型的算法描述如下:

（1）对训练样本数据集和测试样本数据集进行离散化处理和缺失值处理;

（2）扫描训练样本数据集，分别统计训练集中类别$C_i$的个数$d_i$和属于类别$C_i$的样本中属性$A_k$取值为$x_k$的实例样本个数$d_{ik}$，构成统计表;

（3）计算先验概率和条件概率$P(A_k = x_k | C_i) = d_{ik}/d_i$，构成概率表;

（4）构建分类模型$V(X) = \arg\max_i P(C_i)P(X|C_i)$

（5）扫描待分类的样本数据集，调用已得到的统计表、概率表以及构建好的分类准则，得出分类结果。

# 五、贝叶斯分类算法

**2.贝叶斯分类算法原理**

**2.2 贝叶斯信念网**

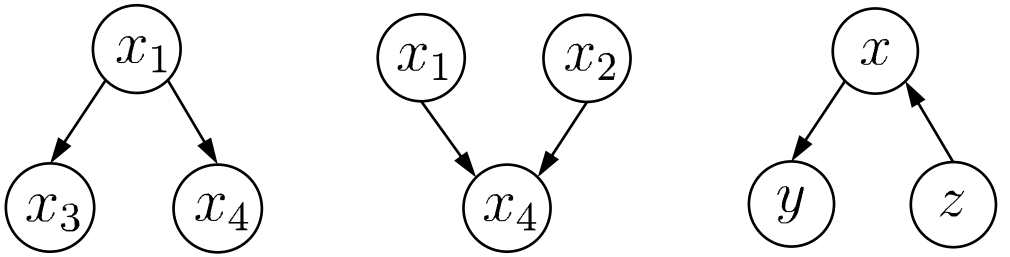
1．模型表示

贝叶斯信念网络,简称贝叶斯网络，用图形表示一组随机变量之间的概率关系。

贝叶斯网络有两个主要成分:

（1）一个有向无环图，表示变量之间的依赖关系。

（2）一个概率表，把各结点和它的直接父结点关联起来。



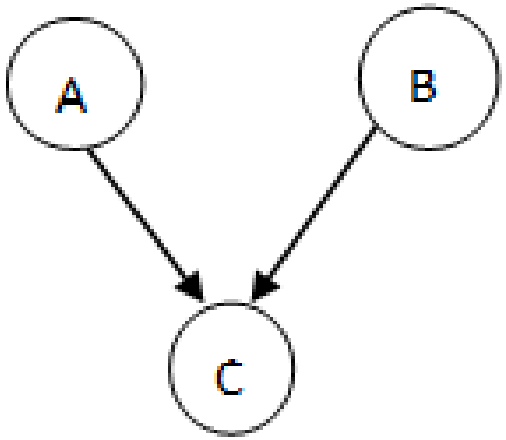
# 五、贝叶斯分类算法

## 2.贝叶斯分类算法原理

### 2.2 贝叶斯信念网

1．模型表示

考虑三个随机变量A、B和C，A和B相互独立，都直接影响变量C。三个之间的关系可以用图中的有向无环图概括 。图中每个结点表示一个变量，每条弧表示变量之间的依赖关系。



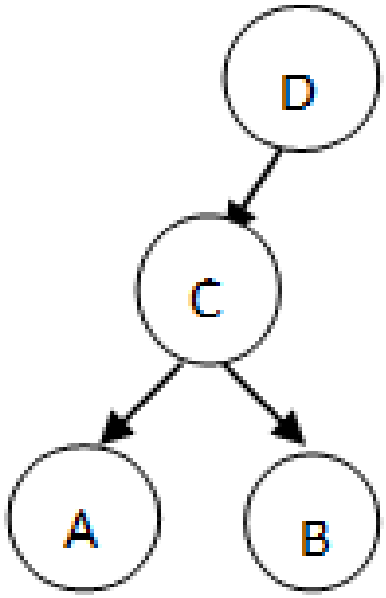
# 五、贝叶斯分类算法

## 2.贝叶斯分类算法原理

### 2.2 贝叶斯信念网

1．模型表示

A是D的后代，D是B的祖先。给定变量C,A条件独立于B和D,因为B和D都是A的非后代结点。



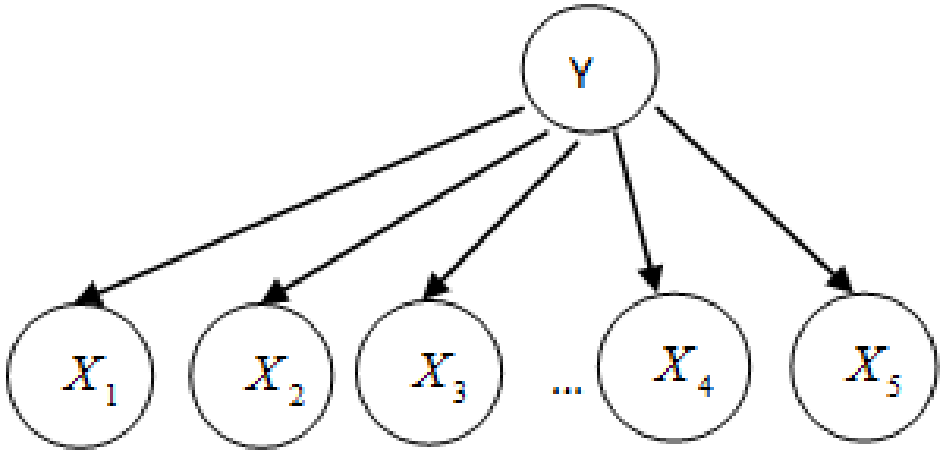
# 五、贝叶斯分类算法

**2.贝叶斯分类算法原理**

**2.2 贝叶斯信念网**

1．模型表示

也可以用贝叶斯网络来表示，如图所示，其中y是目标类，$\{X_1, X_2, \cdots, X_d\}$是属性集。



# 五、贝叶斯分类算法

## 2.贝叶斯分类算法原理

### 2.2 贝叶斯信念网

1．模型表示

在贝叶斯信念网中，每个结点还关联一个概率表。如果结点X没有父母结点，则表中只包含先验概率P(X)，如果结点X只有一个父母结点Y，则表中包含条件概率P(X|Y)，如果结点X有多个父母结点$\{Y_1, Y_2, \cdots, Y_k\}$，则表中包含条件概率$P\left(X \left| Y_1, Y_2, \cdots, Y_k \right.\right)$。

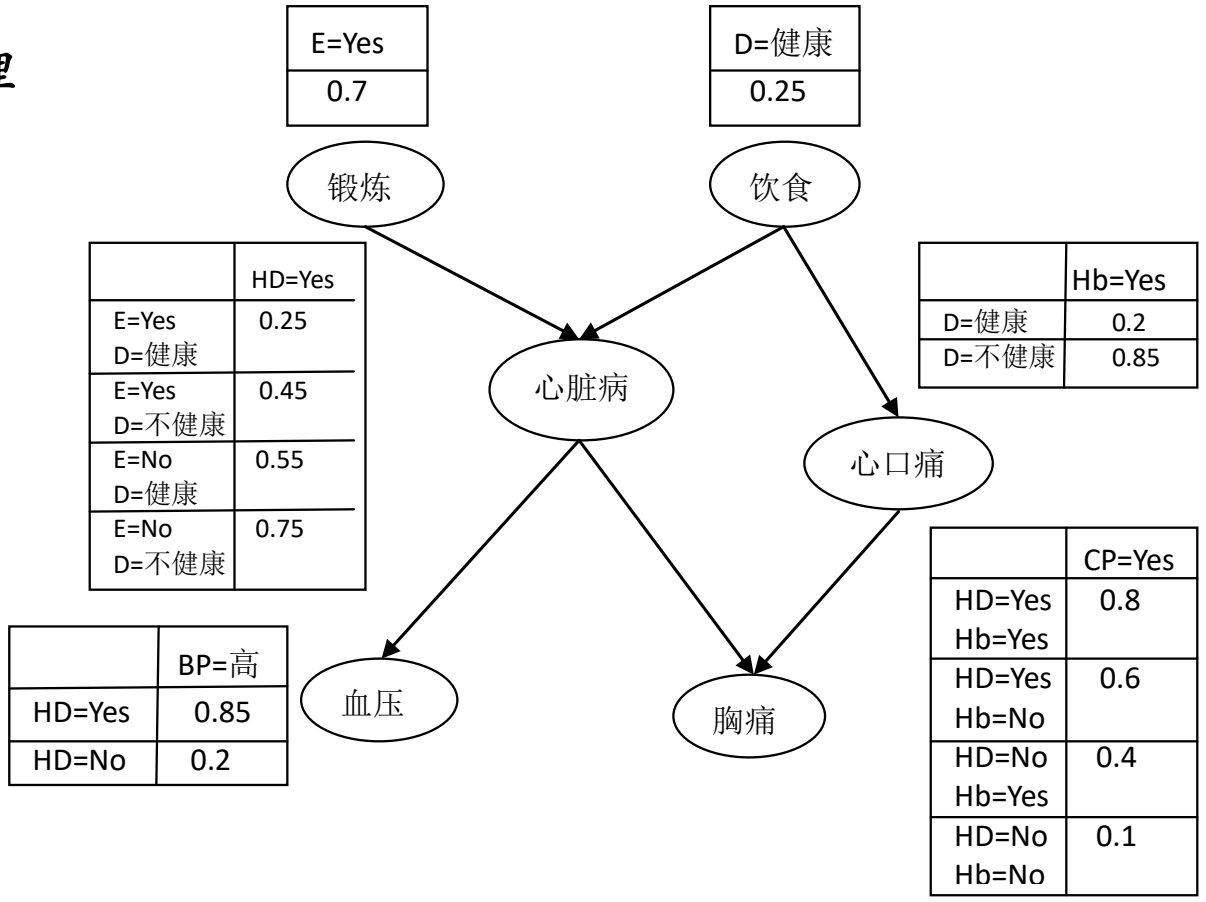
# 五、贝叶斯分类算法

## 2. 贝叶斯分类算法原理

### 2.2 贝叶斯信念网

1．模型表示

概率表：



# 五、贝叶斯分类算法

## 2.贝叶斯分类算法原理

### 2.2 贝叶斯信念网

1．模型建立

贝叶斯网络的建模包括两个步骤:

(1) 创建网络结构

(2) 估计每一个结点在概率表中的概率值

# 五、贝叶斯分类算法

**3.贝叶斯算法特点及应用**

**3.1 朴素贝叶斯分类算法**

1．朴素贝叶斯算法特点

优点：（1）逻辑简单、易于实现、分类过程中算法的时间空间开销比较小；

（2）算法比较稳定、具有比较好的健壮性

缺点：有属性间类条件独立的这个假定，而很多实际问题中这个独立性假设并不成立，如果在属性间存在相关性的实际问题中忽视这一点，会导致分类效果下降。

# 五、贝叶斯分类算法

**3.贝叶斯算法特点及应用**

**3.1 朴素贝叶斯分类算法**

2．朴素贝叶斯算法应用

（1）贝叶斯方法在中医证候和症状描述中的应用。

（2）贝叶斯方法在玉米叶部病害图像识别中的应用。

# 五、贝叶斯分类算法

## 3.贝叶斯算法特点及应用

### 3.2 贝叶斯信念网

1．贝叶斯信念网特点

（1）BBN提供了一种用图形模型来捕获特定领域的先验知识的方法。

（2）网络结构确定，添加新变量就十分容易。

（3）贝叶斯网络很适合处理不完整的数据。

（4）对模型的过分拟合问题是非常鲁棒的。

# 五、贝叶斯分类算法

3.贝叶斯算法特点及应用

3.2 贝叶斯信念网

2. 贝叶斯信念网应用

可以用于网络流量分类与识别研究

# 五、贝叶斯分类算法

**4.小结**

本章介绍了贝叶斯分类算法的原理，简明介绍了它的特点和应用，并且对贝叶斯信念网做了介绍。