**马尔可夫理论**

# 随机过程（Stochastic Process）

随机过程是依赖于参数（通常是时间）的**一族随机变量的全体**。随机变量是随机现象的数量表现，其取值随着偶然因素的影响而改变。

# 马尔可夫性（Markov Property）

对于一个随机过程，如果其未来所处的状态仅与其当前状态有关，而与过去的状态无关，则称该随机过程具有马尔可夫性，也称为无后效性或无记忆性。

# 马尔可夫链（Markov Chain）

按照时间参数和状态是否连续，具有马尔可夫性质的随机过程可分为三种：

1) 时间和状态都是离散的叫做离散时间的马尔可夫链（Discrete-Time MC, DTMC），简称马尔可夫链；

2) 时间连续而状态离散的叫做连续时间的马尔可夫链（Continuous-Time MC, CTMC），本质上是马尔可夫过程；

3) 时间和状态都是连续的叫做马尔可夫过程（Markov Process）。

马尔可夫链是概率论和数理统计中具有马尔可夫性质的且存在于**离散**的指数集（Index Set）和状态空间（State Space）内的**随机过程**。

马尔可夫链是一组具有马尔可夫性质的**离散随机变量的集合**，具体地，对概率空间 内以一维可数集为指数集的随机变量集合，若随机变量的取值都在可数集内，且随机变量的条件概率满足如下关系：



则**被称为马尔可夫链**，可数集被称为状态空间，马尔可夫链在状态空间内的取值称为状态。

# 马尔可夫过程（Markov Process）

# 隐马尔可夫模型（Hidden Markov Model，HMM）

## 简介

隐马尔可夫模型是统计模型（概率模型），它用来描述一个含有隐含未知参数的马尔可夫过程。其难点是从可观察的参数中确定该过程的隐含参数。。然后利用这些参数来作进一步的分析，例如模式识别。

## 符号

状态集合



观测结果集合



状态序列（State Sequence）



观测序列（Observation Sequence）



状态转移概率矩阵



输出观测概率矩阵



初始状态概率分布



## HMM应用的基本问题

* 估计(Evaluation)

给定和，求产生的概率

遍历算法、前向算法、后向算法

* 学习(Learning)

给定，估算里面的参数

Viterbi 维特比算法

* 预测，解码(Decoding)

给定和，求最有可能的

Baum-Welch 鲍姆-韦尔奇算法

# 马尔可夫网络（Markov Network）

又称为马尔可夫随机场（Markov Random Field, MRF），无向图模型（Undirected Graphical Model, UGM）

设和都是联合随机变量，若随机变量Y构成一个无向图G=(V，E)表示的马尔可夫随机场，则条件概率分布P(Y|X)称为条件随机场（Conditional Random Field, CRF）