## 贝叶斯方法综述

频率方法与贝叶斯方法的核心目标都是对参数进行描述，由于两派对待估计参数 的理解不同而发展出不同的方法. 贝叶斯学派认为我们可以直接估计 ，进而在此基础上“为所欲为”. 这里试举三例：

1. 参数点估计(MAP)： (Lecture 2)
2. 区间估计： 对 ，若 , 那么区间 即是 的95%置信区间
3. 结合风险函数进行决策： (Lecture 4)
4. 预测： (Lecture 6)

频率学派则认为待估计参数的真实值并非随机变量，故而 无意义，而应通过“遍历”参数空间来找到我们所要的参数，在参数估计问题中即 .

以上提及的贝叶斯方法可称之为“狭义”贝叶斯方法. 出于实用性考虑，很多时候人们说的“贝叶斯方法”实际上还包括了 的估计方法. 在统计学习/机器学习语境下，即是在我们有先验分布 的基础上，如何根据新的观测数据 来更新 , 亦即 . 一般而言，只要是使用了 来解决问题的方法，均可以称之为贝叶斯方法.

贝叶斯方法常使用贝叶斯公式，但不可将二者混为一谈. 在“传统”的参数估计问题中，我们已知随机变量的生成模型 ，并有观测数据 ，希望估计参数 . 例如投硬币问题，已知投币 次出现 次正面的概率 ，希望基于 和 的观测值估计 . 在这种问题中我们往往需要用到贝叶斯公式，并结合先验分布，将“生成模型” 转换为“判别模型” : . 此公式可以有两种理解：若写作 ，可以看作通过“数据更新” ；若写作 ，则可以看作“由果推因” .

从形式上来看，频率方法参数估计如上文所述，通常表现为优化问题，如最大似然 或最小损失 . 而贝叶斯方法由于基于先验概率 ，常表现为概率分布. 例如在线性回归问题中，基于频率方法的最小二乘法的目标是解决优化问题: ，而噪声服从高斯分布时贝叶斯方法得到的后验概率为 .

## 515T 各课概括

* **Lecture 1: Introduction to the Bayesian Method**

介绍参数估计问题、贝叶斯公式以及贝叶斯方法的一般概念.

* **Lecture 2: Bayesian Inference I (coin flipping)**

贝叶斯方法在点估计和假设检验中的应用.

* **Lecture 3: Bayesian Inference II (hypothesis testing and summarizing distributions)**

(待补充)

* **Lecture 4: Bayesian Inference III (decision theory)**

介绍点估计问题、统计决策问题. (待补充)

* **Lecture 5: The Gaussian Distribution**

介绍二元高斯分布及其性质，为后续内容作铺垫.

* **Lecture 6: Bayesian Linear Regression**

高斯噪声下的线性回归. 已在上文提及.

* **Lecture 7: Bayesian Model Selection**

(待补充)

* **Lecture 8: Bayesian Logistic Regression / The Laplace Approximation**
* **Lecture 9: The Kernel Trick**
* **Lecture 10: Gaussian Process Regression**
* **Lecture 11: Kernels**