

7. Байесовские оценки

1. Сгенерируйте выборку X_1, \dots, X_{100} из распределения $N(0, 1)$. Для каждого $n \leq 100$ в модели $N(\theta, 1)$ найдите оценку максимального правдоподобия по выборке X_1, \dots, X_n и байесовскую оценку, для которой в качестве априорного распределения возьмите сопряженное из теоретической задачи. Возьмите несколько значений параметров сдвига и масштаба для априорного распределения: $(0, 1)$, $(0, 100)$, $(10, 1)$, $(10, 100)$. Постройте графики абсолютной величины отклонения оценки от истинного значения параметра в зависимости от n для оценки максимального правдоподобия и байесовских оценок, которым соответствуют разные значения параметров априорного распределения (5 кривых на одном графике). Сделайте выводы.

Аналогичные исследования произведите для модели $N(0, \theta)$. В этом случае возьмите следующие параметры сдвига и масштаба для априорного распределения: $(1, 1)$, $(1, 100)$, $(10, 1)$, $(10, 100)$.

2. Рассмотрите схему испытаний Бернулли (т.е. броски монет) с вероятностью успеха p . Постройте несколько графиков априорного (сопряженное из теоретической задачи) распределения для разных параметров и охарактеризуйте, как значения параметров априорного распределения соотносятся с априорными знаниями о монете. Это могут быть, например, знания вида "монета скорее честна" (при таком априорном распределении наиболее вероятны значения p в окрестности 0.5), "монета нечестная" (наименее вероятны значения p в окрестности 0.5), "монета скорее нечестная, перевес в сторону герба" (наиболее вероятны значения p в окрестности 1).

Проведите 20 бросков разных монет (можно сгенерировать на компьютере несколько выборок для различных p) и найдите байесовские оценки вероятности выпадения герба при различных параметрах априорного распределения, при которых получаются разные интерпретации априорных знаний (достаточно трех пар). Сравните с оценками максимального правдоподобия. Постройте графики абсолютных величин отклонений оценок, построенных по выборке X_1, \dots, X_n ($n \leq 20$), от истинных значений параметра в зависимости от n (для разных p разные графики). Сделайте выводы.

3. Рассматривается следующая параметрическая модель: X_1, \dots, X_N — выборка из распределения $N(\theta, 1)$. Известно, что θ близко к нулю: с вероятностью не менее 0.95 выполнено неравенство $|\theta| < 0.5$.

Сгенерируйте выборку размера 100 из распределения Коши с нулевым параметром сдвига и с параметром масштаба равным 1. При $N = 100$ используйте эту выборку в качестве X_1, \dots, X_N для описанной выше модели. Посчитайте байесовские оценки (для одного априорного распределения, учитывающего описанное выше свойство) и оценки максимального правдоподобия для всех $n \leq 100$. Постройте графики абсолютной величины отклонения этих оценок от истинного значения параметра $\theta_0 = 0$ в зависимости от n . Сделайте выводы.

4. Адаптировать задачу из предыдущего раздела (УМО II) для случая, когда параметр λ неизвестен, и его нужно оценивать (даже в начале при отсутствии информации) по мере поступления новой информации (с помощью байесовской оценки). В качестве априорного распределения на λ возьмите сопряженное к экспоненциальному. Выберите параметры сопряженного распределения и объясните свой выбор. Сделайте выводы.

Данные те же, что и в задаче из предыдущего раздела. Обратите внимание на изменение формата вывода программы.