

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н. Э. БАУМАНА
Факультет информатики и систем управления
Кафедра теоретической информатики и компьютерных технологий

Лабораторная работа №4
по курсу «Теория игр и исследование операций»

«Исследование стохастической фильтрации
сигналов как задачи двухкритеривальной
оптимизации с использованием
методов прямого пассивного поиска»

Выполнил:
студент группы ИУ9-31М
Беляев А. В.

Проверил:
Басараб М.А.

Москва 2019

1 Цель работы

Изучить основные принципы многокритериальной оптимизации в комбинации с методами случайного и прямого пассивного поиска применительно к задаче фильтрации дискретного сигнала методом взвешенного скользящего среднего.

2 Постановка задачи и методические указания

На интервале $[x_{min}, x_{max}]$ задан сигнал $f_k = f(x_k)$, где дискретная последовательность отсчетов $x_k = x_{min} + k(x_{max} - x_{min})/K$, $k = 0, \dots, K$, K количество отсчетов.

На сигнал наложен дискретный равномерный шум с нулевым средним и амплитудой, равномерно распределенной на интервале $[-a, a]$: $f_k = f_k + \sigma k$.

В зависимости от варианта работы необходимо осуществить фильтрацию сигнала f_k одним из методов взвешенного скользящего среднего.

Набор весов α должен обеспечивать оптимизацию отфильтрованного сигнала по следующим критериям:

- $\omega(\alpha) \rightarrow \min$ - уровень «зашумленности»
- $\delta(\alpha) \rightarrow \min$ - уровень схожести с исходным сигналом

В зависимости от варианта работы используется тот или иной набор функции зашумленности и близости.

Так как оба критерия являются взаимнопротиворечивыми, для решения задачи подбора весов α необходимо использовать методы многокритериальной оптимизации. В данной работе следует применить линейную свертку критериев

$$J = \lambda\omega + (1 - \lambda)\delta \rightarrow \min_{\alpha}$$

Случайные значения весов берутся симметричными относительно центрального веса α_{M+1} и рассчитываются с учетом условия нормировки.

Конечная цель работы заключается в нахождении оптимального веса λ (методом прямого пассивного поиска на сетке, при котором минимизируется расстояние от приближенно найденного оптимального значения интегрального критерия до идеальной точки.

3 Вариант 3

Метод фильтрации скользящим средним- **среднее гармоническое**

$$f_k(\alpha) = \left[\sum_{j=k-M}^{k+M} \frac{\alpha_{j+M+1-k}}{f_j} \right]^{-1}$$

Критерий зашумленности, **метрика Чебышева**

$$\omega = \max_{k=1..K} |\bar{f}_k - f_{k-1}^-|$$

Критерии близости, **метрика Чебышева**

$$\delta = \max_{k=0..K} |\bar{f}_k - \tilde{f}_k|$$

Расчет расстояния до идеальной точки, **метрика Чебышева**

$$dist = \max(\omega, \delta)$$

3.1 Ход работы

В ходе работы данные генерируются автоматически и случайно.

Исходный сигнал имеет следующие характеристики:

$$f_k = \sin x_k + 0.5$$

$$x_k = x_{min} + k(x_{max} - x_{min})/K$$

$$x_{min} = 0; x_{max} = \pi$$

$$k = 0..K; K = 100$$

амплитуда шума: $2a = 0.5$

размер скользящего окна: 3 или 5.

На рисунке 1 приведены следующие графики

- график изначального, «чистого» сигнала
- график зашумленного сигнала
- график «наивно отфильтрованного» сигнала ($\alpha = \lambda = 0.5$)
- оптимально отфильтрованный сигнал

На этом рисунке было использовано скользящее окно размером 5, т.к. оно сглаживает сигнал существенно лучше.

При этом $\lambda = 0.083$, а $\alpha = 0.368$

4 Выводы

В ходе решения лабораторной работы была выполнена фильтрация сигнала методом скользящего среднего. Эта фильтрация показала лучший результат по сравнению с наивной реализацией.

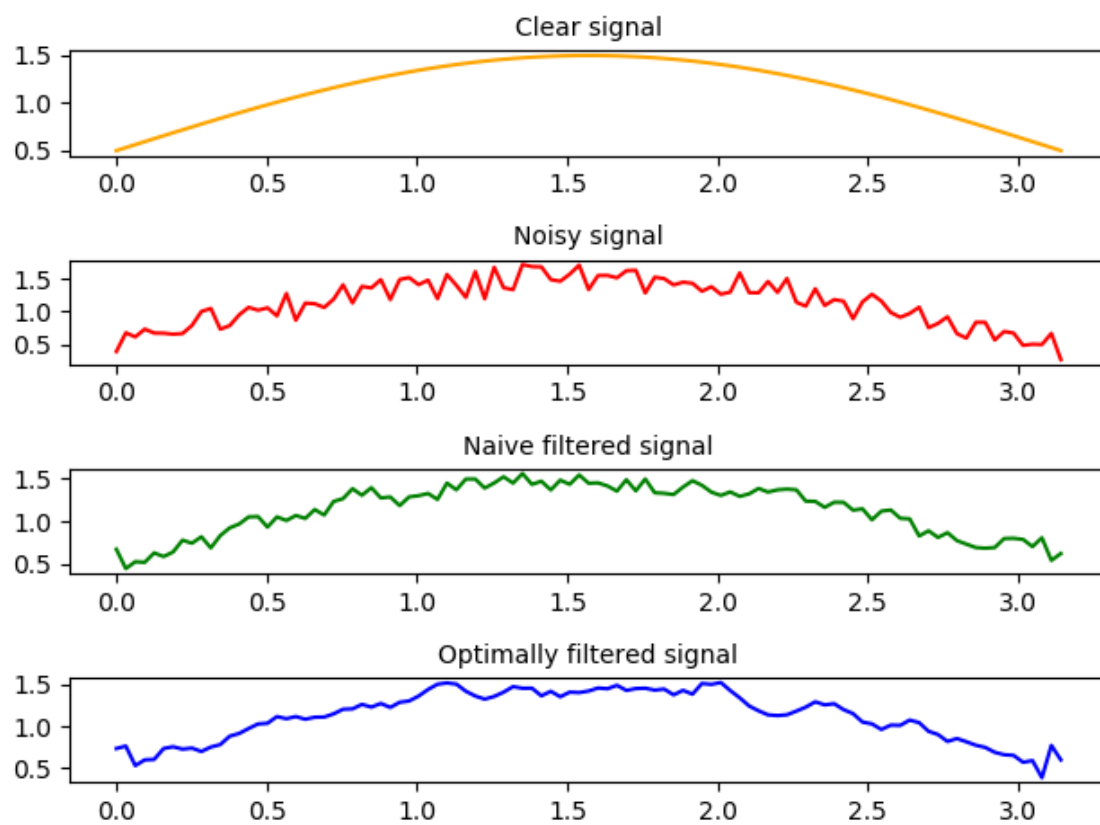


Рис. 1: Фильтрация сигнала