

Unscented transform VS УМНФ. Моделирование

10 сентября 2017 г.

1 Статическая модель

1.1 Полярные координаты

Система наблюдения:

- $X \sim \mathcal{N}(M_X, D_X)$ — декартовы координаты объекта;
- $Y = \text{cart2pol}(X) + \nu$ — измерения в полярных координатах с помехами $\nu \sim \mathcal{N}(M_\nu, D_\nu)$;
- $X_{inv} = \text{pol2cart}(Y)$ — обратное преобразование измерений.

Оценки:

- $\hat{X} = \hat{X}(Y, X_{inv})$ — УМНФ по наблюдениям и их обратному преобразованию;
- $\hat{X}_{inv} = \hat{X}_{inv}(X_{inv})$ — УМНФ по обратному преобразованию наблюдений;
- $\hat{X}_{lin} = \hat{X}_{lin}(Y)$ — УМНФ по наблюдениям (линейная оценка);
- $\hat{X}_{UT} = \hat{X}_{UT}(Y)$ — оценка, полученная с помощью Unscented transform.

1.1.1 Объект близко

$$M_X = \begin{pmatrix} 30 \\ 40 \end{pmatrix}, \quad D_X = \begin{pmatrix} 30 \cdot 30 & 0 \\ 0 & 30 \cdot 30 \end{pmatrix}; \quad (1)$$

$$M_\nu = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad D_\nu = \begin{pmatrix} \left(\frac{5\pi}{180}\right)^2 & 0 \\ 0 & 30 \cdot 30 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

1.2 Сферические координаты

2 Динамическая модель

2.1 Кубический сенсор

Система наблюдения:

$$\begin{cases} x_t = \begin{pmatrix} \frac{x_0}{1+x_0^2} \\ \frac{x_1}{1+x_1^2} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} w_t, & t = 0, \dots, T, \quad x_0 = \eta, \\ y_t = \begin{pmatrix} x_0^3 + x_0 \\ x_1^3 + x_1 \end{pmatrix} + \nu_t. \end{cases}$$

$$w_t \sim \mathcal{N}(\mathbf{0}, \mathbf{E}), \quad \nu_t \sim \mathcal{N}(\mathbf{0}, \mathbf{E}), \quad \eta_t \sim \mathcal{N}\left(\begin{pmatrix} 100 \\ 100 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 100 & 0 \\ 0 & 100 \end{pmatrix}\right)$$

Пример траектории процесса и наблюдений:

- сплошная — процесс;
- пунктир — наблюдения.

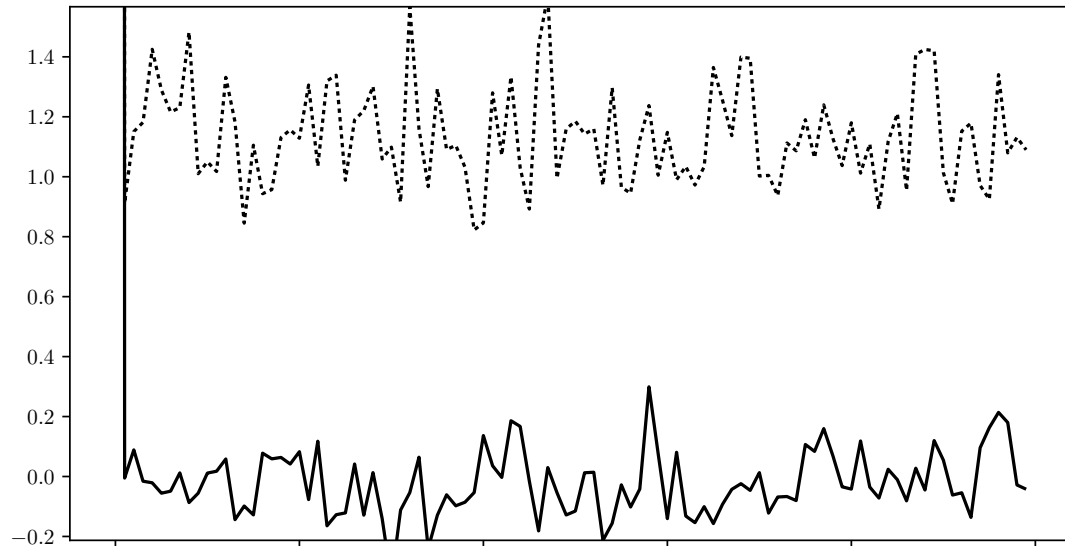


Рис. 1: Пример траектории процесса и наблюдений. Компонента 1.

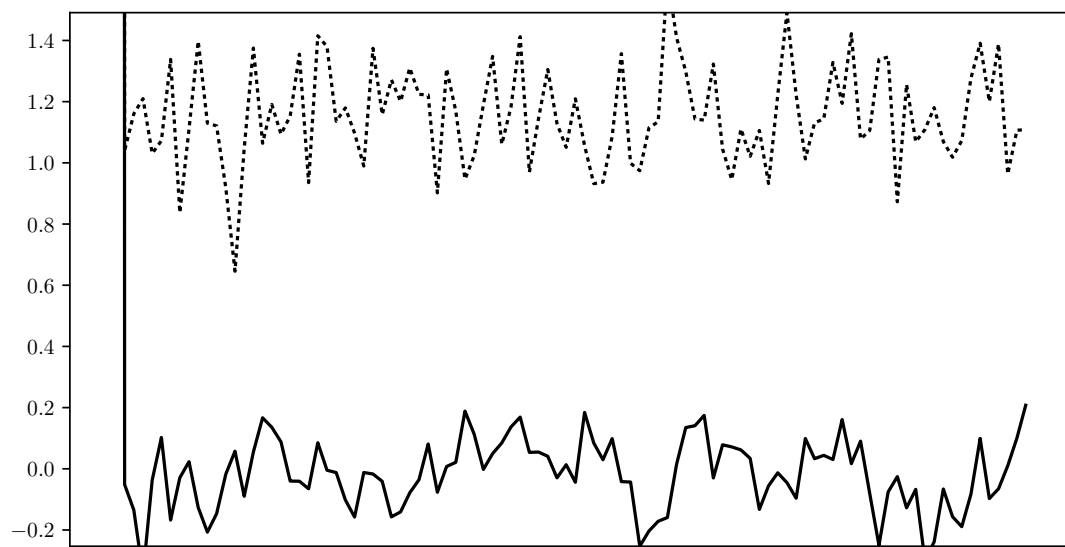


Рис. 2: Пример траектории процесса и наблюдений. Компонента 2.

Пример оценки процесса:

- черный — УМНФ;
- серый — УТ.

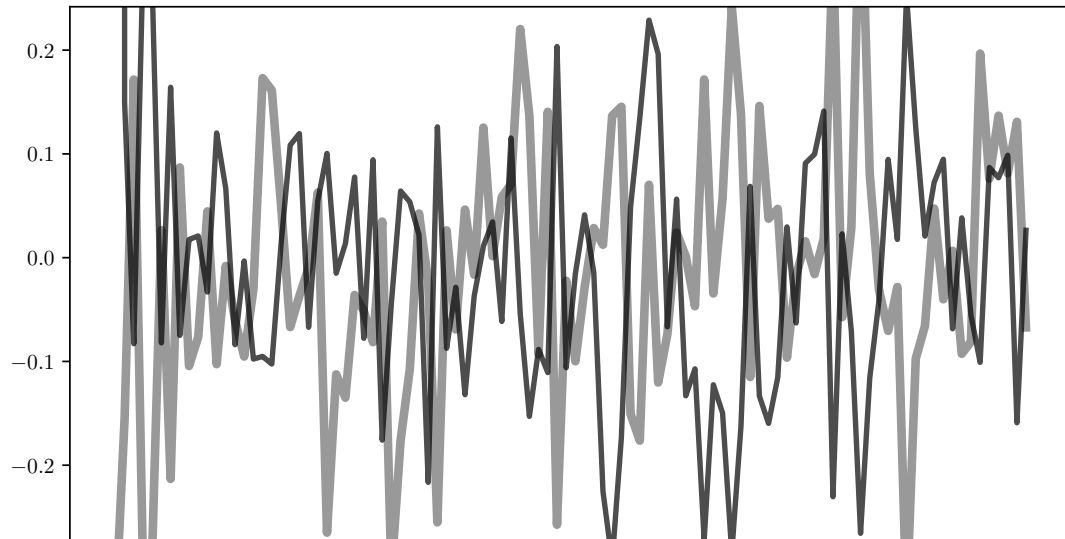


Рис. 3: Пример оценки УМНФ и UKF. Компонента 1.

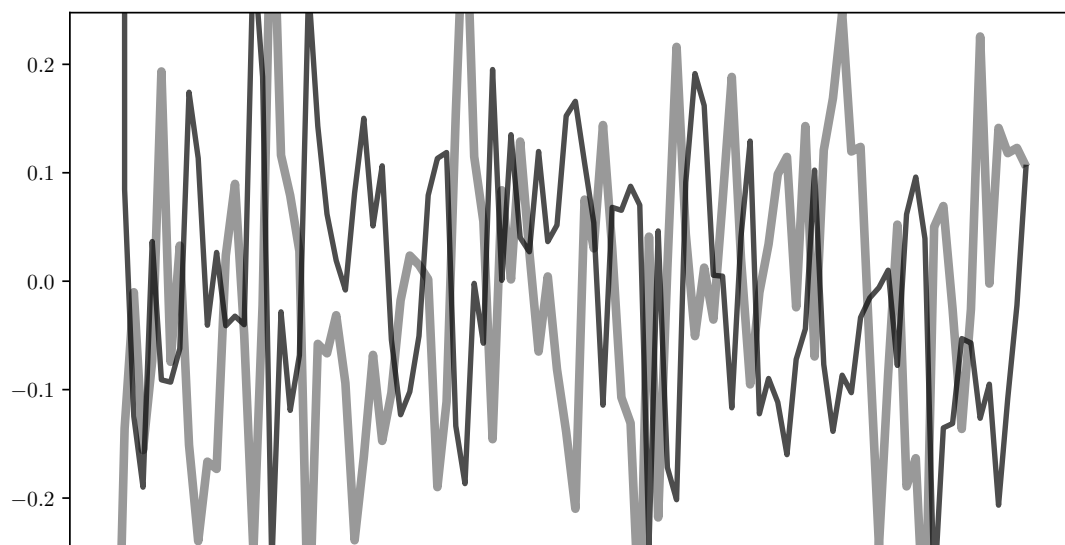


Рис. 4: Пример оценки УМНФ и UKF. Компонента 2.

Статистика процесса:

- сплошная — МО процесса;
- штрих — дисперсия процесса.

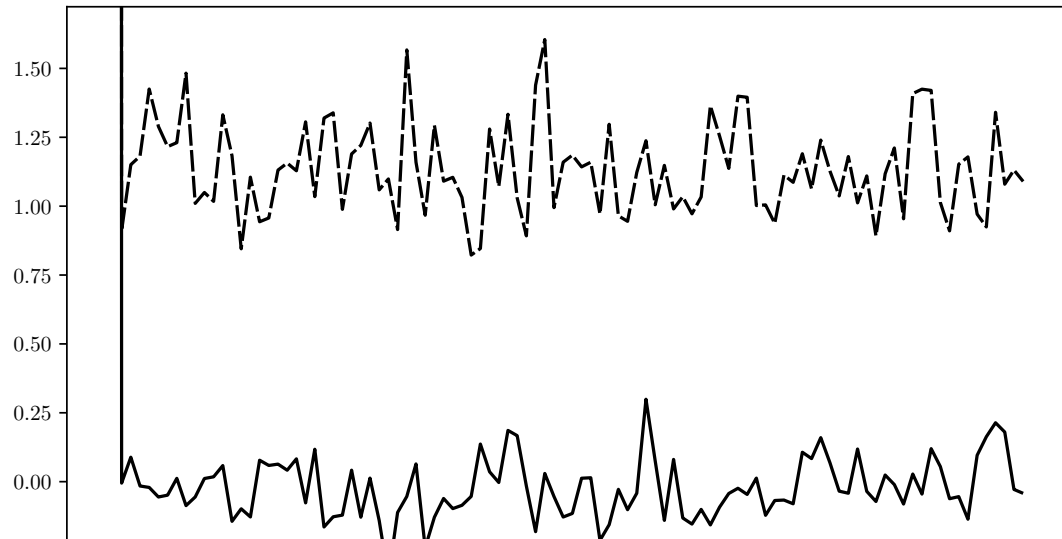


Рис. 5: Статистика процесса. Компонента 1.

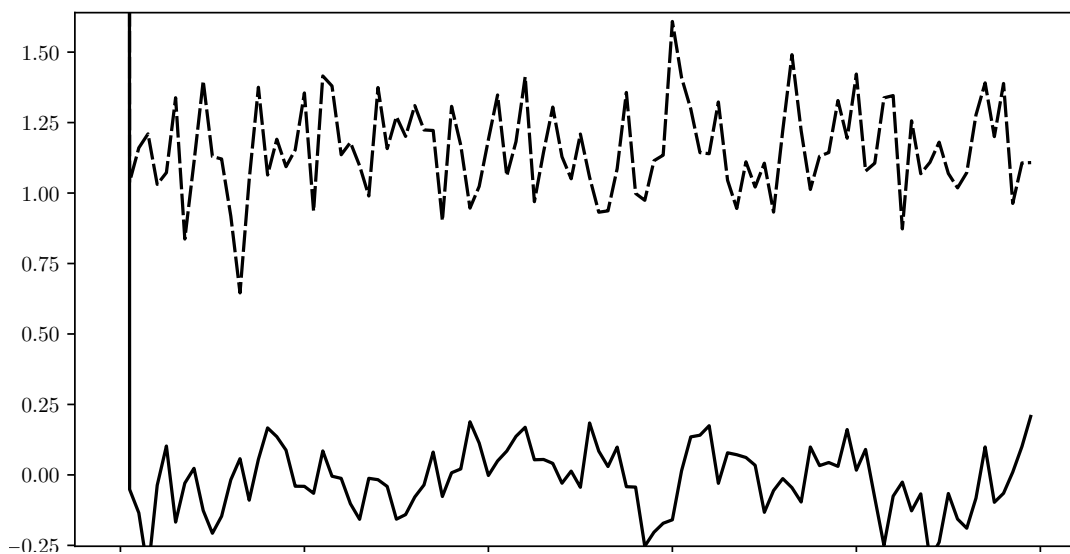


Рис. 6: Статистика процесса. Компонента 2.

Результаты фильтрации УМНФ (черные линии) и УТ (серые линии):

- сплошная — МО ошибки оценки;
- штрих — дисперсия ошибки оценки;
- пунктир — теоретическая дисперсия ошибки оценки.

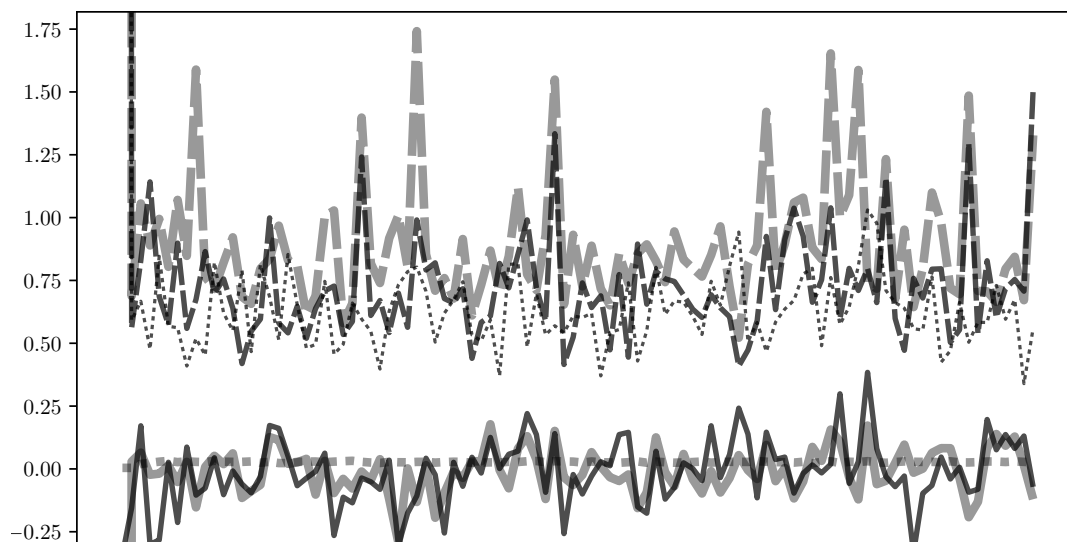


Рис. 7: Результаты фильтрации. Компонента 1.

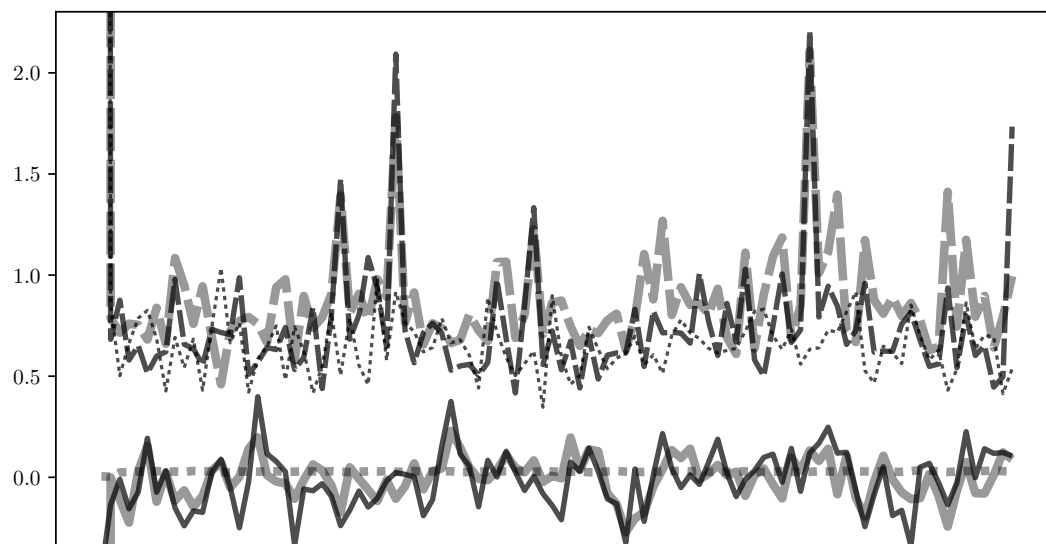


Рис. 8: Результаты фильтрации. Компонента 2.