

5 Aplikace Kalmanova filtru

Fiktivní objekt se pohybuje po polopřímce. Pohyb má obecně charakter rovnoměrně zrychleného pohybu (zrychlení může nabývat kladných i záporných hodnot, stejně jako nulové hodnoty). Poloha objektu je určována měření vzdálenosti l objektu od počátečního bodu polopřímky A . K dispozici jsou měření z časového intervalu o délce 2000 sekund, takt sběru dat je 1 Hz a 5 Hz.

Sestavte program na výpočet odhadu skutečné hodnoty souřadnice x (vzdálenosti od bodu A) objektu pomocí Kalmanova filtru ve všech epochách. Postupujte přitom trojím způsobem:

1. Předpokládejte, že objekt je nehybný (jeho pohyb nelze predikovat) a stavový vektor je proto tvořen pouze neznámou polohou x . Pro dynamický model platí

$$x(n) = x(n-1) + \Delta t \cdot v, \quad (1)$$

kde v je nahodilá rychlost objektu ($E\{v\} = 0, \sigma_v^2 = E\{v^2\}$)

2. Předpokládejte, že se objekt pohybuje rovnoměrným pohybem. Stavový vektor je tvořen souřadnicí x a veličinou v vyjadřující rychlost pohybu.

$$\begin{pmatrix} x(n) \\ v(n) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \Delta t \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x(n-1) \\ v(n-1) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \frac{1}{2}\Delta t^2 \\ \Delta t \end{pmatrix} a \quad (2)$$

Symbol a označuje nahodilé zrychlení ($E\{a\} = 0, \sigma_a^2 = E\{a^2\}$)

3. Předpokládejte, že pohyb je rovnoměrně zrychlený. Stavový vektor obsahuje souřadnici x , rychlost v a zrychlení a .

$$\begin{pmatrix} x(n) \\ v(n) \\ a(n) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \Delta t & \frac{1}{2}\Delta t^2 \\ 0 & 1 & \Delta t \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x(n-1) \\ v(n-1) \\ a(n-1) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \frac{1}{6}\Delta t^3 \\ \frac{1}{2}\Delta t^2 \\ \Delta t \end{pmatrix} \dot{a} \quad (3)$$

Symbol $\dot{a} = \frac{da}{dt}$ označuje nahodilou časovou změnu zrychlení ($E\{\dot{a}\} = 0, \sigma_{\dot{a}}^2 = E\{\dot{a}^2\}$)

Ve všech případech sledujte chování filtru v závislosti na změně vstupních parametrů a výsledky s nejlepšími nastaveními vhodným způsobem prezentujte. Porovnejte výsledky získané pomocí jednotlivých modelů a zhodnoťte možnost jejich aplikace pro daný charakter pohybu stanice.

Pro výpočty použijte data s taktom 1 Hz, pouze třetí model použijte pro zpracování dat s taktom 1 Hz i 5 Hz. Výsledky zpracování dat s různým taktom v technické zprávě porovnejte.

Bonus

Pomocí Kalmanova filtru vypočtete polohu stanice CPRG. Využijte k tomu data zadaná v úloze "Sekvenční vyrovnání" a předpokládejte, že stanice je nehybná. Ověřte, že takto vypočtená poloha stanice v poslední epoše je rovna výsledku ze sekvenčního vyrovnání.

Tento příklad je nepovinný.