



دانشگاه خوارزمی گرگان

بسمه تعالی

کنترل تصادفی

دانشکده برق

گروه کنترل

مهلت تحویل : ۹۵/۰۴/۱۵

شبیه سازی سری سوم

مدرس : دکتر حمید خالوزاده

۱) به کمک مفاهیم درس می خواهیم، موقعیت و سرعت یک قایق تندرو را که دارای مانور ناشناخته (شتاب نامعلوم) می باشد، تخمین بزنیم. معادلات مربوط به سیستم به صورت زیر می باشد:

$$X(n+1) = Fx(n) + Cu(n) + Gw(n)$$

$$z(n) = HX(n) + v(n)$$

$$E(v(n)) = 0, E(w(n)) = 0$$

$$E(v(n_1)v^T(n_2)) = R\delta(n_1 - n_2)$$

$$E(w(n_1)w^T(n_2)) = Q\delta(n_1 - n_2)$$

$$R = 100^2 I, Q = I, E(x(0)) = X(0) = [500m \quad -50m/s \quad 200m \quad 100m/s]^T$$

$$= [x_0 \quad v_x(0) \quad y_0 \quad v_y(0)]^T$$

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, F = \begin{bmatrix} 1 & T & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & T \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, G = \begin{bmatrix} T^2/2 & 0 \\ T & 0 \\ 0 & T^2/2 \\ 0 & T \end{bmatrix}, T \rightarrow \text{sampling time}$$

الف) با فرض بدون مانور بودن هدف و زمان نمونه برداری ۱ ثانیه، موقعیت و سرعت آن را برای مدت ۳۰۰ ثانیه تخمین بزنید و میانگین تخمین را با میانگین مقادیر واقعی حالات سیستم در نمودارهای جداگانه و کنار هم (دستور subplot) رسم کرده و همچنین واریانس خطای تخمین همه حالات را نیز جداگانه و در کنار هم رسم کنید. حال زمان نمونه برداری را به یک میلی ثانیه کاهش داده و مراحل فوق را تکرار کنید. تفاوت حاصل را چگونه توجیه می کنید.

حال اگر بخواهیم حالات سیستم را با وجود مانور تخمین بزنیم، باید به نحوی خود مانور را نیز تخمین بزنیم. لذا مثل بخش الف سوال اول از تکلیف ۳ عمل می کنیم. سیستم حاصل به صورت زیر خواهد شد:

$$\begin{bmatrix} x(n+1) \\ u(n+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F & C \\ 0 & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x(n) \\ u(n) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} G \\ 0 \end{bmatrix} w(n)$$

$$Z(n+1) = Z_{Aug}(n) = Hx(n+1) + v(n+1)$$

$$= [HF \quad HC] \begin{bmatrix} x(n) \\ u(n) \end{bmatrix} + HGw(n) + v(n+1) \rightarrow$$

$$H_{Aug} = [HF \quad HC], v_{Aug} = HGw(n) + v(n+1), G_{Aug} = \begin{bmatrix} G \\ 0 \end{bmatrix}, F_{Aug} = \begin{bmatrix} F & C \\ 0 & I \end{bmatrix}$$

$$T_{Aug} = E(w_{Aug}(n)v_{Aug}^T(n)) = E(w(n)v_{Aug}^T(n)) = QG^T H^T$$

طبق انتظاری که داشتیم، در نمایش جدید سیستم نویزهای فرآیند و اندازه گیری دیگر از هم مستقل نیستند.

ب) به روش سوال های ۱ و ۲ از تکلیف سری ۶، با هر زمان نمونه برداری که صلاح می دانید (دقت کافی و زمان اجرای کم)، مانور سیستم (شتاب) و حالات آن (موقعیت و سرعت) را تخمین بزنید و مشابه بخش الف میانگین تخمین ها را در کنار میانگین مقادیر واقعی متغیرهای تحت تخمین و همچنین واریانس خطای تخمین ها را به طور جداگانه رسم کنید. برای انجام شبیه سازی مدت زمان را ۳۰۰ ثانیه فرض کرده و همچنین برای مانور عبارتی به صورت $[2g \quad 5g]^T$ در نظر بگیرید. برای مانور کم پارامتر g را ۰.۹۸ و برای مانورهای متوسط و زیاد، به ترتیب ۱۰ و ۱۰۰ برابر قرار دهید. عملکرد تخمینگر را به ازای این ۳ مانور مقایسه کنید.

ج) این بار مانور را از ثانیه ۱۰۰ به سیستم وارد کنید (مانور را زیاد بگیرید). چرا عملکرد تخمینگر مشابه قبل نیست؟ اگر زمان نمونه‌برداری را ۱۰ برابر کنیم، مشکل مرتفع خواهد شد؟ چه کار دیگری برای حل مشکل می‌توانیم انجام دهیم؟ برای توضیحات کاملتر راجع به صورت سوال می‌توانید به مقاله زیر مراجعه کنید.

[1] Hamid Khaloozadeh, Ali Karsaz, *Modified Input Estimation Technique for Tracking Maneuvering Targets*, Radar, Sonar & Navigation, IET Volume 3, Issue 1, Page(s):30 – 41, Digital Object Identifier: 10.1049/iet-rsn:20080028, February 2009. □

۲) چرا شرط رویت‌پذیری زوج (ϕ, H) و کنترل‌پذیری زوج (ϕ, G) و $R, G > 0$ در یک سیستم با معادلات زیر برای به حالت ماندگار رسیدن خطای تخمینگر (مستقل از ψ) حالت لازم است؟ هم به صورت نظری توضیح دهید و هم با انجام یک شبیه‌سازی برای یک سیستم پایدار لزوم برقراری این شروط را نشان دهید.

$$\begin{aligned}x(n+1) &= \phi x(n) + Gw(n) \\z(n) &= Hx(n) + v(n) \\E(x(0)) &= 0, E(v(n)) = 0, E(w(n)) = 0 \\E(x(0)x^T(0)) &= \psi \\E(v(n_1)v^T(n_2)) &= R\delta(n_1 - n_2) \square \\E(w(n_1)w^T(n_2)) &= Q\delta(n_1 - n_2)\end{aligned}$$

۳) روابط مربوط به هموارسازی را در تکلیف سری ۶ استخراج نموده‌اید. برای سیستم زیر، یک بار با کمک فیلتر کالمن و یک بار با استفاده از روابط داده شده در صورت تمرین سری ۶ (هموارسازی)، حالات آن را تخمین زده و میانگین تخمین‌ها و واریانس خطای تخمین‌ها را رسم کنید (۳۰۰ ثانیه شبیه‌سازی که فقط در ۱۵۰ ثانیه اول پله واحد به سیستم اعمال می‌شود). نتایج حاصل را چگونه توجیه می‌کنید.

$$\begin{aligned}x(n+1) &= \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 0 & -1.1 \end{pmatrix} x(n) + \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} w(n) + \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix} u(n) \\z(n) &= (1 \quad 1)x(n) + v(n) \\R &= 30, Q = 15, \psi = 5, E(x(0)) = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}\end{aligned}$$

□

نکات مهم:

۱) پاسخ تمام تمرینات به پست الکترونیک درس ارسال شود stochastic.control2016@gmail.com

۲) تاخیر در ارسال تمرینات بر روی نمره تاثیرگذار خواهد بود. تأخیر بیش از حد قابل قبول نیست.

۳) در پاسخ به تمرینات و خصوصاً شبیه‌سازی‌ها، تحلیل بسیار مهم است. هدف از شبیه‌سازی درک مفاهیم است نه داشتن

چند عکس

موفق باشید: حمید علی‌خانی