

מטלה 2 – קורס אלגוריתמי ניווט

אלגוריתמי ניווט ושערוך מיקום - סמסטר א תשפא

מסנן קלמן לינארי בכמה מימדים

ד"ר רועי יוזביץ

1. יש צורך לתכנן מסנן קלמן עבור מערכת בעלת שני משתנים – מיקום ומהירות. המיקום והמהירות הם רק בציר X . מודל המערכת הינו מהירות קבועה עם $\Delta t = 1s$. חוסר הדיוק הראשוני במיקום הינו 2 מטרים (מתפלג נורמלית) וחוסר הדיוק הראשוני במהירות הינו 1.2 מטר לשניה (מתפלג נורמלית גם). ישנו חיישן המודד את המיקום בציר X בלבד (ללא המהירות). החיישן מודד את המיקום ברגל (רגל אחת שווה 0.3048 מטר). דיוק החיישן הינו גאוסי עם סטיית תקן של 0.5 רגל. הניחוש הראשוני של מצב המערכת הינו 8 מטרים למיקום והניחוש הראשוני למהירות הינו 5 מטרים לשנייה. ניתן להניח שמטריצת Q שווה 0.

א. רשום את מטריצת H, P, F .

ב. מה יהיה וקטור המצב החדש ומטריצת P החדשה לאחר שנייה אחת?

ג. מייד לאחר התזוזה, שהחיישן דיווח שהמערכת נמצאת במיקום של 43 רגל, חשבו את וקטור המצב ($P \mid X$) ואת הגבר קלמן החדש לאחר שלב ה- $UPDATE$.

2. נניח שהחיישן מדווח גם על מיקום (ברגל- $FEET$) וגם על מהירות (ביחידות של מטר לשנייה). סטיית התקן של המיקום היא 0.5 רגל וסטיית התקן של המהירות הינה 4 מטר לשנייה (שימו לב ששערוך המהירות הינו גרוע ביותר).

א. חזרו על שאלה 1 סעיף א עם הנתונים החדשים.

ב. בהנחה שהחיישן דיווח שהמערכת נמצאת במיקום של 43 רגל, והמהירות הינה 4 מטר לשנייה, חשב את וקטור המצב ($P \mid X$) ואת הגבר קלמן החדש לאחר שלב ה- $UPDATE$.

3. כתבו תוכנית בפייתון שמקבלת את הפרמטרים הבאים:

המטריצות/וקטורים: H, F, P

ניחוש ראשוני: X

מדידה Z

ומחשבת ומחזירה את וקטור המצב החדש (X) ואת חוסר הוודאות החדש (P).

4. השתמשו בקוד הפייתון שכתבתם ושנו אותו כך שיתאים לבעייה הבאה:

מסנן קלמן המודד מיקום ומהירות בשני צירים $\begin{pmatrix} Px \\ Py \\ Vx \\ Vy \end{pmatrix}$. יש חיישן המודד את רק את המיקום $\begin{pmatrix} Px \\ Py \end{pmatrix}$.

סטיית התקן של שגיאת החיישן הינה 6 מטר לכל ציר. בנוסף לוקטור המצב, למערכת יש תאוצה קבועה בציר X ותאוצה קבועה בציר Y - $ax = 5 \frac{m}{s^2}$ - $ay = 15 \frac{m}{s^2}$. חוסר הוודאות הראשוני במיקום הינו 7 מטרים לציר X ו-7 מטרים לציר Y . חוסר הוודאות הראשוני במהירות הינו 100 מטרים לשנייה. ניתן להניח ניחוש ראשוני של מהירות כאפס. הניחוש הראשוני של המערכת הינו $x=200, y=150$. החיישן מקבל את המדידות הבאות (זמן הדגימה של המערכת הינו שנייה אחת)

$X [m]$	$Y [m]$	t
240	204	1
284	267	2
334	344	3
390	437	4
450	544	5
516	667	6

מהו וקטור המצב לאחר כל המדידות האלו?

מצב חומרי עזר:

[איך לעבוד עם מטריצות בשפת פייתון](#)

[מאמר הסבר לגבי דרך העבודה של מסנן קלמן](#)

[סדרת סרטוני יוטיוב מצוינת לגבי מסנן קלמן](#)

[Kalman Filter for Dummies](#)

