

## אלגוריתמי ניווט ושערוך מיקום - סמסמטר 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. חוסר הדיוק הראשוני במיקום הינו 2 מטרים וחוסר הדיוק הראשוני במהירות הינו 1.2 מטר לשניה. 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 והמהירות הראשונית הינה 5 מטרים לשנייה.

א. רשום את מטריצת  $H, P, F$ . מהו הגבר קלמן?

ב. בהנחה שהחיישן דיווח שהמערכת נמצאת במיקום של 43 רגל, חשב 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 ו**סטיית התקן** של המהירות הינה 4 מטר לשנייה (שימו לב ששערוך המהירות הינו גרוע ביותר).

א. חזרו על שאלה 1 סעיף א עם הנתונים החדשים. מה יהיו היחידות של קבוע קלמן  $K$ ?

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	56

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](#)

