תרגיל מסנן קלמן Kalman Filter

כללי:

* לפניכם תרגיל הקלמן + 3 שעות.
* התרגיל מכיל 2 חלקי חובה (כלומר אי אפשר להתקדם בלעדיהם).
  + שימוש בפרוטוקולים וקבצי התרגיל.
  + קלמן פילטר לעקיבה פשוטה על נתיב ישר במהירות קבועה.
* כמו כן יש בפניכם 4 חלקי רשות לבחירתכם מסודרות לפי דרגות קושי סובייקטיביות שלי .
  + שגיאת מודל.
  + עקיבה עם תאוצה.
  + מעבר בין מודלים.
  + עקיבה מעגלית.
* הזמן בתרגיל מספיק רק עבור חלק מתרגילי הבחירה (ואפילו לא הרוב לדעתי).
* מצורף רמז + פתב"ס היכן שקיים / פתרון כלשהו לכל אחד מהתרגילים.
* הצפי הוא שבחצי מהזמן תסיימו את תרגיל החובה.
* אני זמין לכל אורן התרגיל, וגם לאחריו וכן בטלפון ומיטל יודעת איפה אני גר.... קיצור מוזמנים להציק.
* תהנו

חובה:

שימוש בפרוטוקולים וקבצי התרגיל:

בתרגיל זה תכירו את סביבת התרגיל, הסביבה נכתבה לנוחיותכם תרגישו חופשי לערוך בה שינויים אך לדעתי היא מקיפה מספיק.

פרוטוקולים: בכדי לעבוד בנוחות עם עמודות במטלאב, ישנם קבצי פרוטוקולים המסמנים איזה עמודה מייצגת מה. התבוננו בקובץ PlotProtocol (PP בקיצור) בתקיה פרוטוקול. זהו פרוטוקול עבור כל קבצי הקלט של התרגיל, הוא מאד פשוט. פתחו את קובץ הmat של תרגיל 0. שימו לב כי הנתונים בעמודות תואמים לעמודות בפרוטוקול.

הפונקציה Tracker: הפונקציה מריצה באופן גנרי פונקציות שתכתבו אתם, לפי קונפיגורציה. היא מאתחלת עבורכם מודל קלמן ומריצה את צעדי הקלמן שלב שלב. לבסוף היא ממירה את הקלמן שלכם לTrackProtocol.

הפונקציה Print: מקבלת נתיב אמת, פלוטים ונתיב ומדפיסה את שלושתם בתצורה נוחה. האמת והפלוטים נתונים בPP והנתיב בTP.

בתרגיל זה תתבקשו לממש את התצורה Empty. ובפרט את שלושת הפונקציות הבאות:

* KalmanInitEmpty – מאתחל את הקלמן הריק.
  + קלט: הפלוטים.
  + פלט:
    - פלט ראשון – מצבי קלמן - הנתיב עבור הפלוטים באיתחול. אובייקט זה יינתן למימוש שלכם ובסוף תמירו אותו לTP.
    - פלט שני – אינדקס - מספר הפולטים שהאיתחול השתמש בהם.
* KalmanStepEmpty – מבצע צעד ריק.
  + קלט:
    - קלט ראשון – מצב הקלמן הקודם.
    - קלט שני - הפלוט הנוכחי.
  + פלט: מצב הקלמן החדש. במקרה זה את מיקום הפלוט הנוכחי.
* Track2TPEmpty – ממיר צעד קלמן לTP.
  + קלט: כלל צעדי הקלמן.
  + פלט: נתיב בתצורת TP.

**הערה:** בשלב זה לא חשוב מה תשימו בעמודות המהירות.

לסיום הריצו את העוקב על הקלט simpleLinePlots בתצורת Empty. והדפיסו בעזרת Print.

מצורפים 2 רמזים לתרגיל זה.

קלמן פילטר לעקיבה פשוטה על נתיב ישר:

בתרגיל זה תממשו את הפונקציות KalmanInit, KalmanStep המאתחלות את הקלמן וכן מבצעות צעד עבור מודל קו ישר דו ממדי ללא שגיאת מודל (Simple) בדומה לתרגיל הראשון.

KalmanInitSimple:

* קלט: פלוטים בPP
* פלט:
  + נתיב = מיקום ומהירותו בזמן הפלוט השני וכן את מטריצת הCOV עבור הזמן הנ"ל (נתיב). אובייקט זה יינתן למימוש שלכם.

**הערה:** יש להוציא פרסומים של הנתיב גם עבור הפלוטים ההתחלתיים. (כלומר אפשר להוציא אפילו 2/3 עדכונים מהinit). מומלץ להוציא מערך של פרסומים.

* + Index –מספר הפלוטים שהשתמשתם בהם.

KalmanStepSimple:

* קלט: פלוט בPP וכן את הנתיב עבור הפלוט האחרון.
* פלט: הנתיב בזמן הפלוט.

כמו כן כתבו המרה מהנתיב שלכם לTP עבור ההדפסה:

Track2TPSimple:

* קלט: אובייקט נתיב שלכם.
* פלט: נתיב בTP.

מצורף צילום של נוסחאות קלמן בצורה המטריציונית דף עזר בסטטיסטיקה , וכן 3 רמזים.

יש להריץ את Tracker עם המחרוזת 'Simple' על הקלטים הבאים לפי הסדר ( כמו כן תוכלו לבנות את הקלמן בהדרגה כך שבכל שלב יוכל להתעמת עם האתגר הבא):

* LineSimpleSameInterval (הפלוטים מגיעים בקצב קבוע)
* LineSimpleNoErrors (הפלוטים במיקום הנתיב)
* LineSimpleNoise. (הפלוטים מגיעים עם שגיאות בזמנים שונים)

שגיאת מודל:

אנו יודעים כי מטרות נעות כמעט תמיד בקו ישר, אך מה קורה אם מטרה  **לא** עושה את זה? מה אם היא מתמרנת?

עתה נוסיף מטריצת שגיאת למודל הקו הישר. ממשו את הפונקציה KalmanStepSimpleQ עבור שינוי אקראי במהירות. והריצו את העוקב עם המחרוזת SimpleQ על הקלטים מהתרגיל הראשון. וודאו כי גודל שגיאת המודל ניתן לשינוי.

האם נתיב שלכם מתכנס לאמת?

עתה הריצו את simple וSimpleQ על הקלטים הבאים והשוו בינהם.

* LineShift
* LineStop.
* Line3Segments
* הקלט מהמערכת החיה.

הריצו את Simple, SimpleQ על LineAndStop. הסבירו את התוצאות.

בונוס: ממשו את המקבילה של קו ישר עם מודל Q עבור תאוצה -> <X > עם מודל Q עבור מהירות קבועה. (מהו X?) (הריצו בתוצרת Xmodel)

לתרגיל זה מצורף פתב"ס + רמז

עקיבה עם תאוצה:

בתרגיל זה נבצע עקיבה על אובייקט הנע בתאוצה קובעה. תרגיל זה דומה לתרגיל הראשון אך עתה עליכם לממש את KalmanInitParabloa, KalmanStepParabola, TrackParabola2TP.

כהכנה הריצו את הקלטים על תצורת Simple ו SimpleQ (במידה וביצעתם תרגיל זה), ביחנו את התוצאות.

הריצו את Tracker עם המחרוזת 'Parabola'על הקלטים

* ParabolaSameInterval
* ParabolaNoErrors
* ParabolaNoise.

מצורפים לתרגיל פתב"ס ו2 רמזים.

מעבר בין מודלים:

בתרגיל זה יש לנו ידע מקדים כי המטרה הולכת לבצע ניווט כלשהו וכן כאשר נזהה אותו נוכל להתאים את העקיבה שלנו למודל מתאים יותר.

ממשו את הפונקציות המזהות את המעבר בין המודלים:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| פונקציה | מטרה | קלט |
| FindStop | המטרה עצרה במקום | LineStop |
| FindChangeDirection | המטרה שינתה כיוון | LineAndLine |
| FindDropAccel | המטרה מדמה המראה עם תאוצה ומשם התקדמות בקו ישר. | ParabolaAndLine |

כמו כן עליכם לממש לבחור איזה מודלים ירוצו ב init לפני ואחרי השינוי וכן מימוש ה-KalmanStep עבור המודל לפני ואחרי (חלק ניכר הוא טרוואלי/ מומש בעבר)

בתרגיל זה הריצו את העוקב TrackerChangeModle.

* העוקב מריץ את המודל הראשון ובסיום כל צעד מעביר את הנתיב המעודכן והפלוט אל פונקציית הבדיקה שכתבתם.
* אם ברצונכם להוסיף מידע נוסף על הנתיב שלכם לפונקציה, הוסיפו אותו לאובייקט הנתיב שלכם.
* אם הבדיקה עוברת (כלומר זיהיתם שינוי). העוקב יאתחל את המודל הבא החל מהפלוט הנוכחי וימשיך את העקיבה עם המודל החדש.
* אם לא זוהה שינוי העוקב ימשיך עם המודל הראשון עד הסוף.
* הפונקציה מחזירה גם את אינדקס זיהוי השינוי. הפונקציה Print יודעת להציג אותה לבחירתכם.

אין תלות בין הסעיפים. ניתן לפתור גם חלק ממעברי המודלים.

מצורפים פתב"ס/פתרונות אפשריים + 3 רמזים.

עקיבה מעגלית:

בתרגיל זה נראה כי מודל הקלמן שלנו מסוגל לאכול סוגים שונים של מודלים. ובפרט נבצע עקיבה אחרי מעגל סביב ראשית הצירים.

* בנו עוקב מעגלי המסוגל לעקוב אחרי מטרה הנעה במעגל סביב ראשית הצירים. בחרו את מודל התנועה והאיתחול הרלוונטים. בדקו על הקלט CircleCenterHalfNoErrors.
* שפרו את העוקב שיוכל לעקוב אחרי כמה סיבובים כאשר יש גם שגיאות. הריצו את הקלט CircleCenter10Noise.

**הערה:** הפלוטים מגיעים בX,Y אך השגיאות מגיעות ב R,Azi.

מצורפים פתב"ס/פתרונות אפשריים + 3 רמזים.

עקיבה מעגלית **(תרגיל מלא)** (לא לפרסום):

(לפני התרגיל: הסעיף האחרון בתרגיל זה הוא קשה ואיני מצפה שיימצא פתרון סביר גם במסגרת 4 שעות שלמות נוספות, אך הוא בכל זאת מופיע, שאר הסעיפים בתרגיל זה אינם טרוואלים אך לדעתי מעניינים ולשאלה זו יש שימושים רבים)

מטוסים כפי שכולכם יודעים טסים בקו ישר או פונים. פנייה כידוע עקב שימור תנע אינה קוראת באופן רגעי אלא המטוס מייצר עילוי המקנה לו תאוצה צנטרפיטלית (לכיוון מרכז המעגל) וכך הוא פונה בקשת על מעגל. אנו רוצים להיות מסוגלים לעקוב אחריו בהינתן שאנו יודעים כי הוא מבצע סיבוב מעגלי – דומה למעבר בין מודלים עבור פנייה אמיתית - זיהוי פנייה ואז החלפת מודל.

בכדי לפשט את הבעיה, אנו נתרכז במטרות הנעות אך ורק במעגל.

ראשית נראה עקיבה אחרי מטרות כאלה, הריצו את העוקב בתצורת Simple על הקלט Circle. מה ראיתם? אם ביצעתם תרגילים אחרים, נסו גם ותראו האם יש תוצאות טובות יותר.

* בנו עוקב מעגלי המסוגל לעקוב אחרי מטרה הנעה במעגל סביב ראשית הצירים. בחרו את מודל התנועה והאיתחול הרלוונטים. בדקו על הקלט CircleCenterHalfNoErrors.
* שפרו את העוקב שיוכל לעקוב אחרי כמה סיבובים כאשר יש גם שגיאות. הריצו את הקלט CircleCenter10Noise.
* כתבו עוקב אשר מצליח לעקוב אחרי מעגל עם מרכז שרירותי כלשהו במרחב ללא שגיאות. הריצו על הקלט CircleHalfNoErrors, Circle10NoErrors
* כתבו עוקב אשר מצליח לעקוב אחרי מעגל עם מרכז שרירותי כלשהו במרחב עם שגיאות. הריצו על הקלט CircleHalfNoise, Circle10Noise.

מצורפים 3 רמזים/כיוונים אפשרים לפתרון.

בהצלחה