

ביצוע אופטימיזציה לפעולת רחפן בעזרת ניסוי DOE

מספר פרויקט:

161

מנחה הפרויקט:

ד"ר אייל בריל

חברי הקבוצה:

אלכס קנייפל

ארטיום יפרמוב

רז אשטמקר

20.07.2021

שאלת המחקר?

אנחנו רוצים לבנות פונקציה שבעזרתה נוכל לחזות ביצועים של רחפן בארבע משתנים. כלומר, ברגע שיש פונקציית חיזוי, אפשר לעשות אופטימיזציה. נוכל לשחק עם ה-INPUTS על מנת להביא את ערך המטרה של הפונקציה למצב אופטימלי.

עיקר סקר ספרות

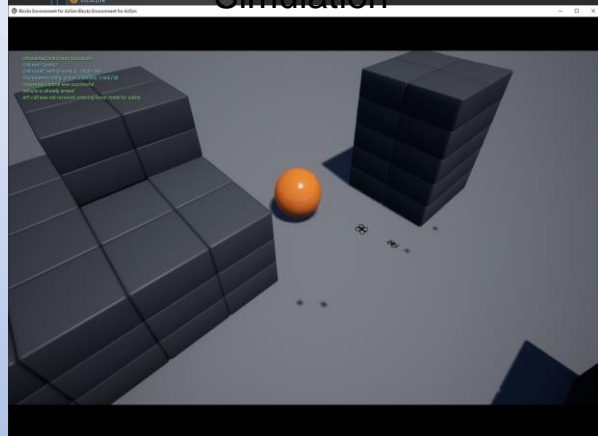
הכטב"מ מורכב מפלטפורמה אווירת ללא טייס בתוכה. פלטפורמה כזאת מופעלת מרחוק, ידנית ע"י אדם, או ע"י טיסות אוטומטיות שתוכנתו מראש. ניתן לבצע טיסות אוטונומיות באמצעות מערכות חכמות שמורכבות מחיישנים על גבי הכטב"מ (Tauã M. Cabreira 2018).
Lisane B. Brisolará, Ferreira Paulo R. J)

(Lye 2005) מגדיר תיכון ניסויים סטטיסטי כמתודולוגיה ליישום שיטתי של גישה סטטיסטית לתחום תיכון ניסויים DOE. זו סדרה של בדיקות שבמהלכן מבצעים שינויים מבוקרים לגורמים משפיעים בתהליך. ניתן לחקור את כל הצירופים האפשריים (Full Factorial), או רק חלק מהצירופים האפשריים (Fractional Factorial).

Class Diagram



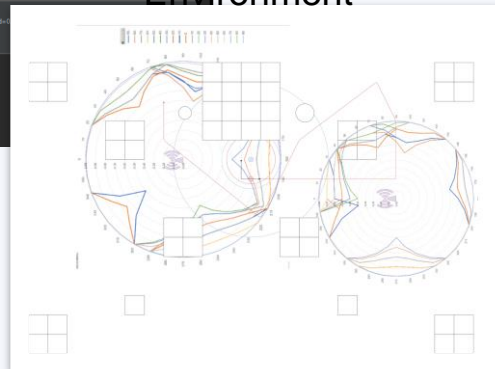
Simulation



סביבת ביצוע הפרויקט

סביבת ביצוע הפרויקט הינה סימולטיבית
התבססות על סימולציית AirSim של Microsoft
השלמת הסביבה הסימולטיבית ובקרת ריצה ב-Python
מימוש בקרי הרחפן האוסף ורחפן המטרה יכתבו ב-Python
ויתממשקו עם AirSim
מדדי ההצלחה במשימה יאספו בקוד וינתוחו ב-R

Environment



תאור משתני הבקרה

Input - חופש בתהליך

- **Prd** – זמן שערור קדימה של המטרה
- **PrdSamplePnts** – נקודות לביסוס השערור

- **AzFact** – השינוי הזוויתי של תבנית החיפוש הספיראלית במקרה של אי קיום עקיבה אחר המטרה

- **W1, W2, W3, W4** – משקלים לשקלול הציון הסופי של החלופות על בסיס מדדים נקודתיים תוך כדי טיסה

- **Vmin, d0** - בקרת מהירות התקדמות

תאור

- מודול גילוי רחפן המטרה – מבסס על ניתוח ממשט וגילוי מרכיב Lidar על גבי הרחפן

גילוי

- מודול עקיבה בסיסי – הנחת עקיבה אידאלית בהינתן גילוי

עקיבה

- משערך לינארי – בהתבסס על מס' נקודות אחרונות לביסוס השערור ושערור לינארי זמן מסויים קדימה

שערור

- מודול בניית חלופות להתקדמות – בהינתן השערור בניית מספר חלופות לבחירה מתוכם על סמך בחינה, במידה ואין שערור, בתנעת תהליך חיפוש בספיראלה נפתחת

יצירת חלופות

- בחינת החלופות מהסעיף הקודם בוצעה ע"י סימולציה של התקדמות על המסלול למרחק מסויים וחישוב מדדים מקומיים של כיסוי המטרה, איכות כיסוי המטרה, איכות כיסוי תקשורת צפוי וקנסות על התקרבות יתר למטרה

בחינת חלופות

- חישוב הציון המשוקלל בהתחשב במשקולות W1-4 ובחירת המסלול עם הציון המקסימלי

בחירת חלופה

- מתן הוראת התקדמות לרחפן בכיוון הנבחר עם בקרת מהירות לפי פונקצייה לינארית עם רוויות (V_{max} , V_{min}) ו-d0 אשר מציין את המרחק אשר ממנו רחפן המטרה מתקדם ב- V_{max}

קידום

- איסוף מדדי ביצועים אל מול התנועה בפועל של המטרה וביצועי התקשורת בפועל במקום הביצועים התיאורתיים

בחינת ביצועים בפועל

הגדרת נקודות בחינה של דרגות החופש Full Factorial כבסיס ל-DOE

high	medium	low	משתנה
30	15	5	d0
0	-10	-20	Vmin
4	2	0.5	tPrd
20	10	3	prdSamplePnts
1.8	1.6	1.3	dAzFact
-			wSetId

w4	w3	w2	w1	wSetID
0.4	0.3	0.2	0.1	Wset1
0.25	0.25	0.25	0.25	Wset2
0.1	0.2	0.3	0.4	Wset3

משתני תוצאה

penaltiesScore
e
(-1:0)

- אחוז המסלול בו הרחפן היה קרוב מדי למטרה וקיבל קנס על התקרבות יתרה

comScore
(0:1)

- אחוז המסלול בו היית בפועל תקשורת לרחפן על בסיס תבנית כיסוי אנטנה ריאלית

visQScore
(0:1)

- הציון הממוצע של איכות הצילום כתלות בטווח מהמטרה ופרמטרי החיישן על הרחפן

visScore
(0:1)

- אחוז המסלול אשר בו הייתה עקיבה אחר המטרה

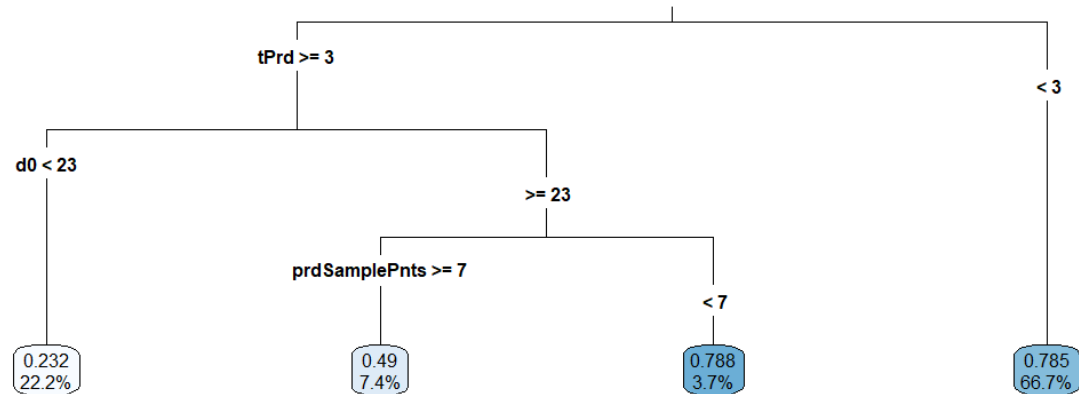
תוצאות ניסוי

סיכום התוצאות

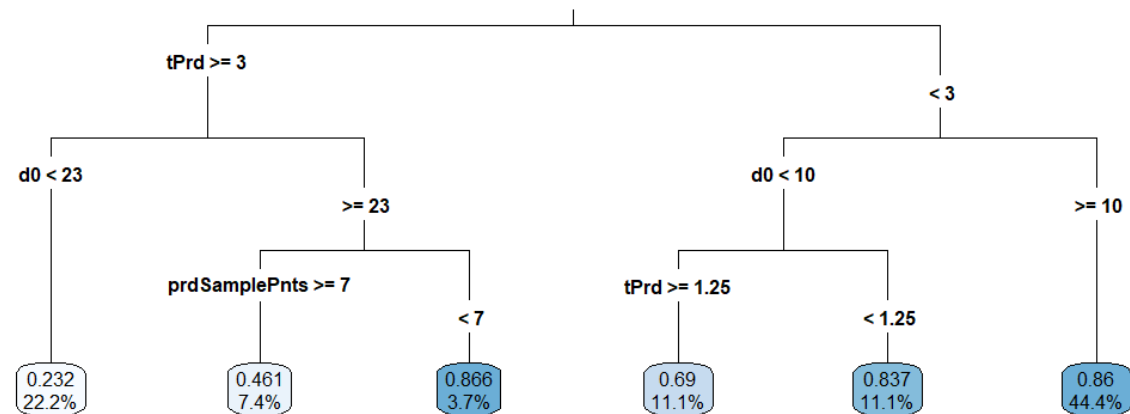
VisScore	VisQScore	CommScore	penaltiesScore	RMSE
0.1952385	0.1930234	0.06434253	0.1331473	רגרסייה לניארית
0.1627286	0.1626052	0.05483677	0.1250929	עץ החלטות
0.1677547	0.1816971	0.05665069	0.1288138	רשת נוירונים

מודלים שנאמדו

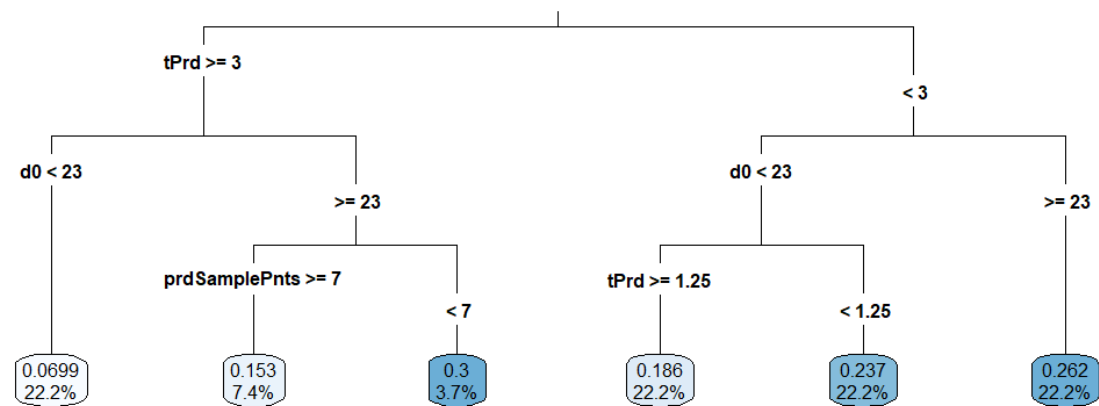
VisScore



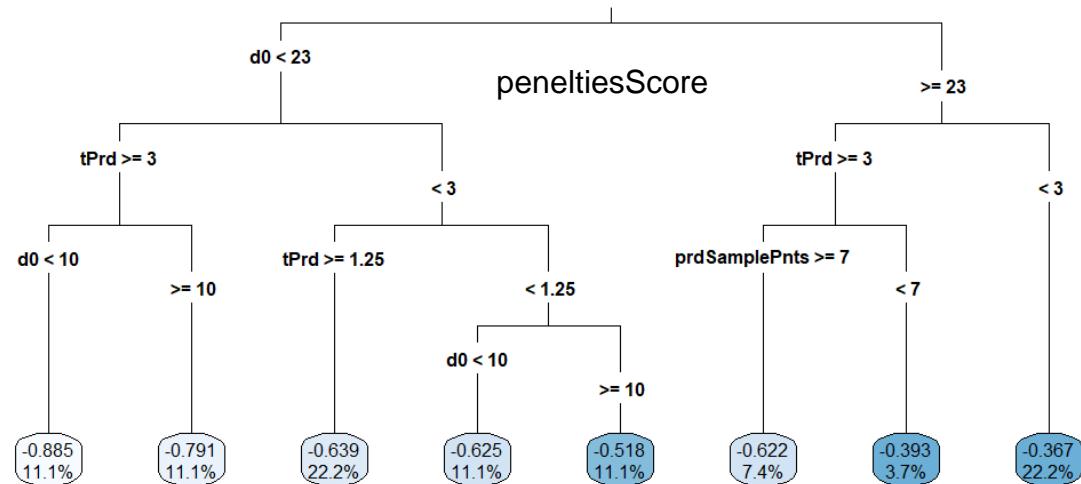
VisQScore



CommScore



penaltiesScore



מודלים שנאמדו

```
Call:
lm(formula = visScore ~ d0 + vmin + tPrd + prdSamplePnts + w1 +
    w2 + w3 + w4 + dAzFact, data = resdata)
```

```
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.53891 -0.15187 -0.01559  0.13172  0.47716
```

```
Coefficients: (3 not defined because of singularities)
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.7303483  0.0617398  11.829 <2e-16 ***
d0           0.0064358  0.0007072   9.100 <2e-16 ***
vmin         0.0005038  0.0008899   0.566  0.5715
tPrd        -0.1345037  0.0050679 -26.540 <2e-16 ***
prdSamplePnts -0.0015397  0.0010416  -1.478  0.1398
w1           0.0361991  0.0593268   0.610  0.5419
w2           NA         NA         NA     NA
w3           NA         NA         NA     NA
w4           NA         NA         NA     NA
dAzFact      0.0684387  0.0353611   1.935  0.0533 .
```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 0.1962 on 722 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5237,    Adjusted R-squared:  0.5197
F-statistic: 132.3 on 6 and 722 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

```
Call:
lm(formula = visQScore ~ d0 + vmin + tPrd + prdSamplePnts + w1 +
    w2 + w3 + w4 + dAzFact, data = resdata)
```

```
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.57817 -0.14430 -0.00343  0.12354  0.51942
```

```
Coefficients: (3 not defined because of singularities)
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.7870824  0.0610393  12.895 < 2e-16 ***
d0           0.0086445  0.0006992  12.363 < 2e-16 ***
vmin         0.0001010  0.0008798   0.115  0.90865
tPrd        -0.1516331  0.0050105 -30.263 < 2e-16 ***
prdSamplePnts -0.0030194  0.0010297  -2.932  0.00347 **
w1           0.0247335  0.0586537   0.422  0.67338
w2           NA         NA         NA     NA
w3           NA         NA         NA     NA
w4           NA         NA         NA     NA
dAzFact      0.0608416  0.0349599   1.740  0.08223 .
```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 0.194 on 722 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5995,    Adjusted R-squared:  0.5961
F-statistic: 180.1 on 6 and 722 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

```
Call:
lm(formula = commScore ~ d0 + vmin + tPrd + prdSamplePnts + w1 +
    w2 + w3 + w4 + dAzFact, data = resdata)
```

```
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.195165 -0.043032 -0.007324  0.039245  0.284308
```

```
Coefficients: (3 not defined because of singularities)
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.1958395  0.0203469   9.625 <2e-16 ***
d0           0.0034593  0.0002331  14.842 <2e-16 ***
vmin        -0.0006501  0.0002933  -2.217  0.0269 *
tPrd        -0.0378428  0.0016702 -22.658 <2e-16 ***
prdSamplePnts -0.0007656  0.0003433  -2.230  0.0260 *
w1           0.0162016  0.0195517   0.829  0.4076
w2           NA         NA         NA     NA
w3           NA         NA         NA     NA
w4           NA         NA         NA     NA
dAzFact      0.0105776  0.0116536   0.908  0.3644
```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 0.06465 on 722 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5079,    Adjusted R-squared:  0.5038
F-statistic: 124.2 on 6 and 722 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

```
Call:
lm(formula = peneltiesscore ~ d0 + vmin + tPrd + prdSamplePnts +
    w1 + w2 + w3 + w4 + dAzFact, data = resdata)
```

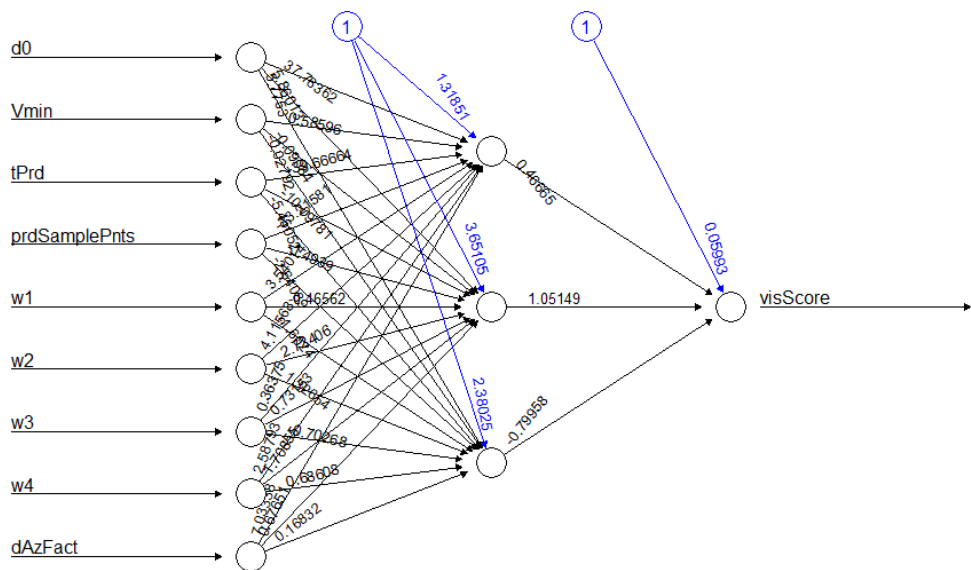
```
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.27218 -0.08958 -0.02449  0.05702  0.58256
```

```
Coefficients: (3 not defined because of singularities)
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -0.5732557  0.0421048 -13.615 < 2e-16 ***
d0           0.0119596  0.0004823  24.797 < 2e-16 ***
vmin        -0.0019456  0.0006069  -3.206  0.00141 **
tPrd        -0.0711036  0.0034562 -20.573 < 2e-16 ***
prdSamplePnts -0.0011068  0.0007103  -1.558  0.11963
w1          -0.0377757  0.0404593  -0.934  0.35078
w2           NA         NA         NA     NA
w3           NA         NA         NA     NA
w4           NA         NA         NA     NA
dAzFact     -0.0428762  0.0241153  -1.778  0.07583 .
```

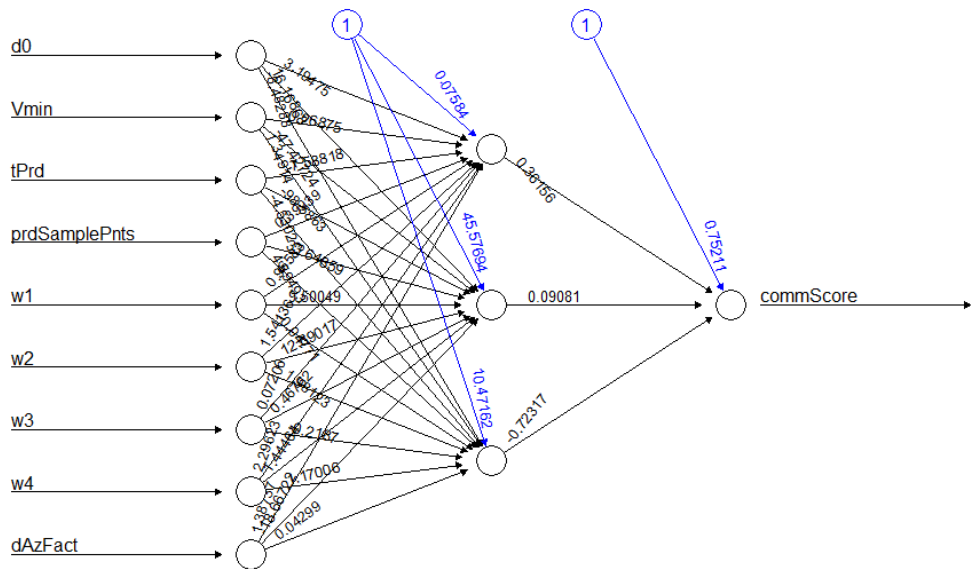
```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 0.1338 on 722 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5937,    Adjusted R-squared:  0.5903
F-statistic: 175.8 on 6 and 722 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

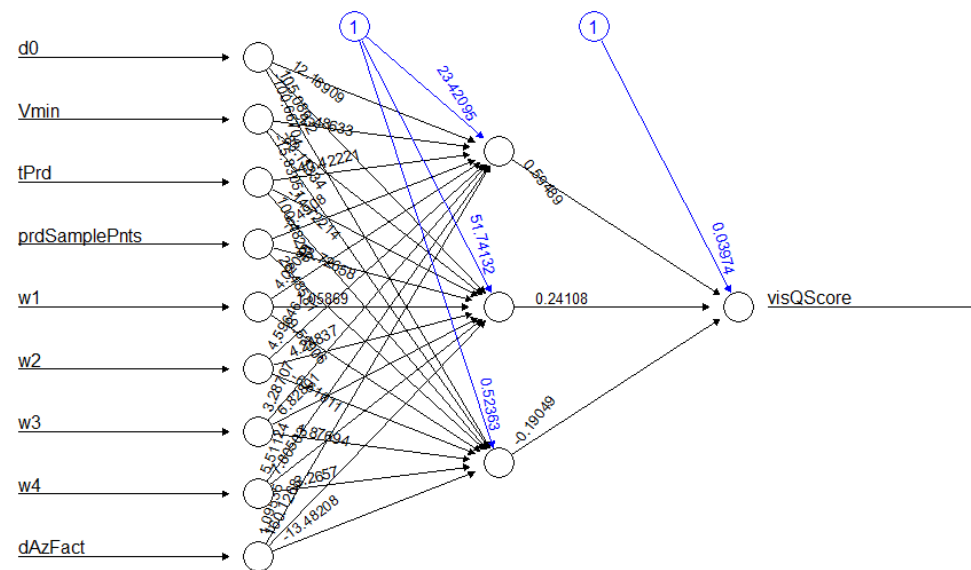
מודלים שנאמדו



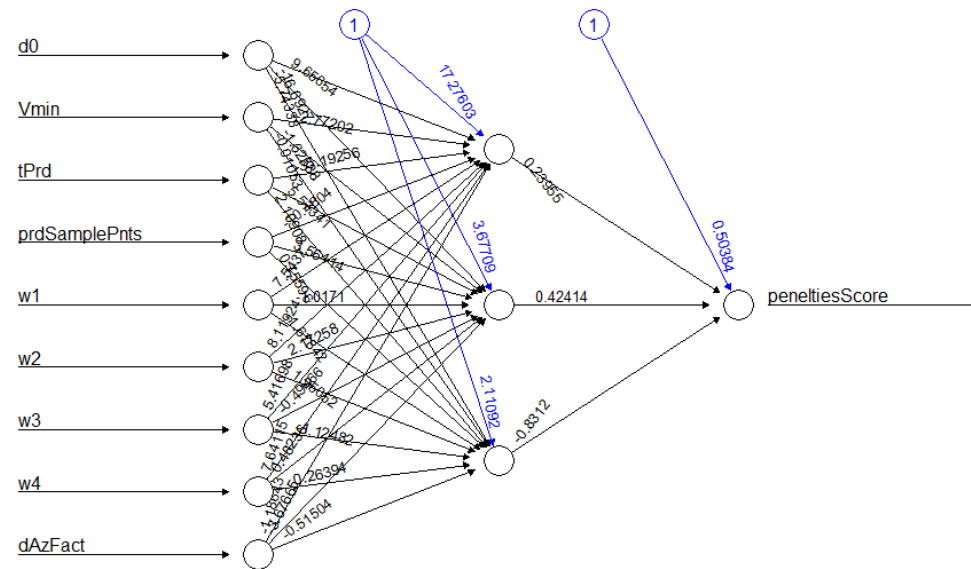
Error: 6.957032 Steps: 3916



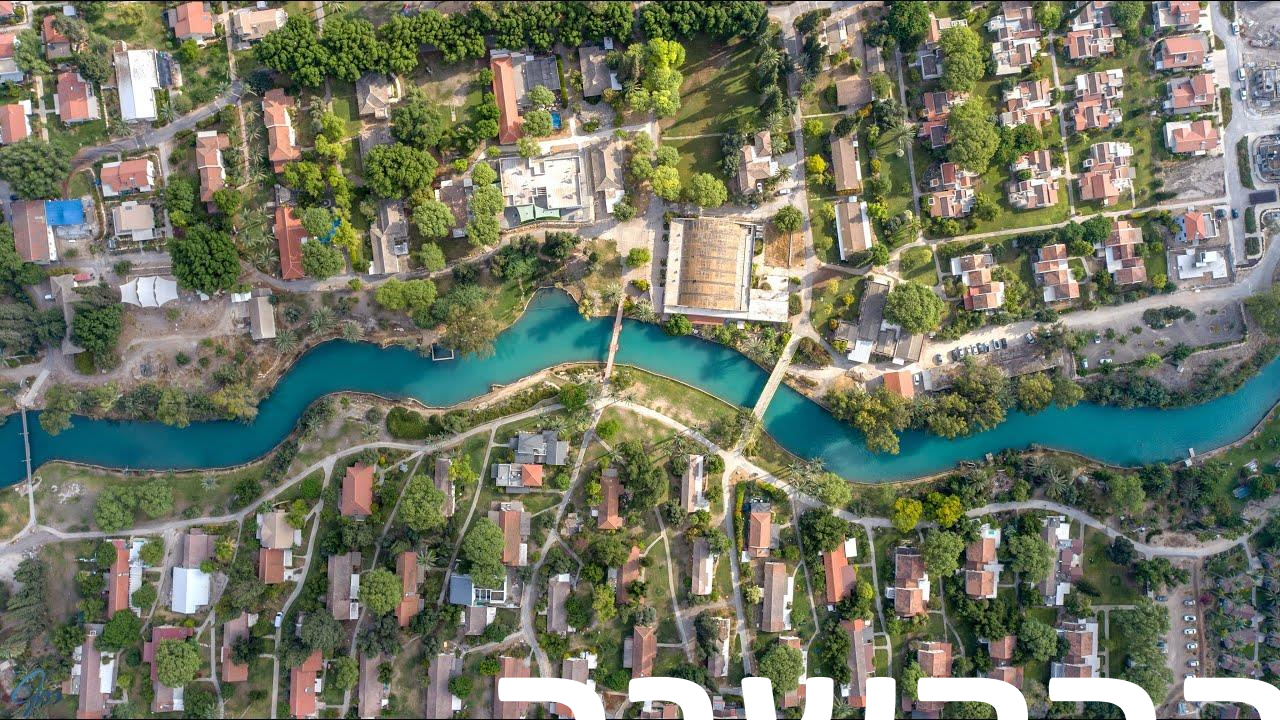
Error: 3.201769 Steps: 5013



Error: 6.985302 Steps: 5334



Error: 3.818006 Steps: 4378



תודה על ההקשבה

