



פרויקט למידת מכונה

מרצה : חן חגג'

גל פלג, אוהב זך

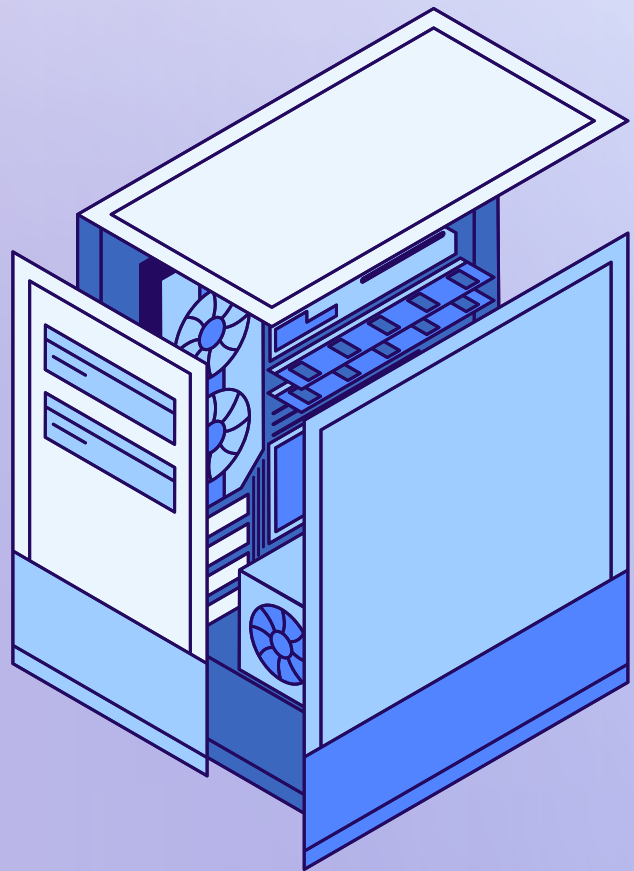


הפרוייקט שלנו

בפרויקט ניתחנו דאטה של משטרת אוסטין (טקסס) המתעד אירועי פשעי שנאה בין השנים 2017–2025. פשעי שנאה אלו עבירות פליליות שהמניע שלהן זה דעות קדומות כלפי קבוצות מסוימות באוכלוסייה, כגון גזע, דת או נטייה מינית.



נושא זה בעל חשיבות רבה -ניתוח הנתונים והבנתם יכול לעזור לחזות דפוסי התנהגות של הפושעים, ובכך לסייע לגורמי אכיפת החוק ולקהילה להבין היכן, מתי וכלפי מי מתרחשים האירועים ובפיתוח אסטרטגיות מניעה יעילות ובהגברת תחושת הביטחון הציבורי.



המטרה המרכזית של הפרויקט היא לבחון מודלי חיזוי ולבדוק האם ניתן לחזות את יעד התקיפה הבא, כלומר את המניע העומד מאחורי פשע השנאה – האם מדובר בפשע על רקע גזעני, דתי או נטייה מינית בהתבסס על מאפייני האירוע כפי שהם מדווחים בנתונים

ג'ישה אחרת בה לא השתמשנו

בפרוייקט: רשת נוירונים

מודל זה מסוגל ללמוד קשרים לא־לינאריים מורכבים בין מאפייני האירוע לבין המניע לפשע, ויכול לשפר ביצועים כאשר קיימים דפוסים מורכבים בדאטה.

הדאטה שלנו הוא יחסית קטן (300 שורות) ורשתות נוירונים דורשות לרוב כמות גדולה יותר של נתונים וכוונון פרמטרים מדויק. בנוסף רשתות נוירונים נחשבות לפחות ניתנות לפרשנות(לא כמו לדוגמה מודל הרגרסיה הלינארית שנותן קשר ישיר בין פרמטרים) ולכן בהקשר של ניתוח פשיעה, זה מהווה חיסרון, משום שגורמי אכיפת החוק זקוקים לא רק לתחזיות מדויקות, אלא גם להבנה של הגורמים שהובילו אליהן.

DATA FEATURES

	Month	Incident Number	Date of Incident	Day of Week	Number of Victims under 18	Number of Victims over 18	Number of Offenders under 18	Number of Offenders over 18	Race/Ethnicity of Offenders	Offense(s)	Offense Location	Bias	Zip Code	APD Sector
0	Jan	2017-241137	01/01/2017 12:00:00 AM	Sun	0	1	0	1	White/Not Hispanic	Aggravated Assault	Park/Playground	Anti-Black or African American	78704.0	Henry
1	Feb	2017-580344	02/01/2017 12:00:00 AM	Wed	0	1	0	1	Black or African American/Not Hispanic	Aggravated Assault	Highway/Road/Alley/Street/Sidewalk	Anti-White	78702.0	Charlie
2	Mar	2017-800291	03/21/2017 12:00:00 AM	Tue	0	0	0	0	Unknown	Destruction	Highway/Road/Alley/Street/Sidewalk	Anti-Jewish	78757.0	Ida
3	Apr	2017-1021534	04/12/2017 12:00:00 AM	Wed	0	0	0	0	White/Unknown	Simple Assault	Air/Bus/Train Terminal	Anti-Jewish	78723.0	Ida

Feature Name	מה הפיצ'ר מייצג	הסבר
Total Victims	מספר הקורבנות באירוע	חיבור קורבנות מתחת ומעל גיל 18
Total Offenders	מספר התוקפים באירוע	חיבור תוקפים מתחת ומעל גיל 18
Victim–Offender Ratio	יחס קורבנות–תוקפים	חישוב יחס עם smoothing למניעת חלוקה באפס
Day of Week	היום בשבוע של האירוע	חילוץ מהתאריך (0–6)
Weekend Indicator	האם האירוע התרחש בסופ"ש	בינארי: 1 = שבת/ראשון, 0 = יום חול
Season	עונת השנה של האירוע	Winter / Spring / Summer / Fall לפי החודש
Zip Code Frequency	שכיחות אירועים באזור	ספירת מופעים לכל Zip Code
Bias	מניע פשע השנאה	אוחד לארבע קבוצות־על: מוצא אתני, נטייה מינית, דת, ואחר.
Offense Location Group	סוג מיקום האירוע	מיקומים > 5 מופעים אוחדו ל־Other_Location

```
array(['Anti-Black or African American', 'Anti-White', 'Anti-Jewish', 'Anti-Gay (Male)', 'Anti-Hispanic or Latino', 'Anti-Transgender', 'Anti-Islamic (Muslim)', 'Anti-Black', 'Anti-Lesbian', 'Anti-Gay', 'Anti-Hispanic', 'Anti-Arab', 'Anti-Disability', 'Anti-Hispanic/Latino', 'Anti-Islamic(Muslim)', 'Anti-Gay (Male); Anti-Transgender', 'Anti-Gay (Male); Anti-Jewish', 'Anti-Buddhist', 'Anti-Lesbian/Gay/Transgender', 'Anti-Lesbian (Female)', 'Anti-Other Race/Ethnicity/Ancestry', 'Anti-Lesbian/Gay/Bisexual/Transgender (Mixed Group)', 'Anti-Bisexual', 'Anti-Protestant', 'Anti-Asian', 'Anti-Physical Disability', 'Anti-Black or African American; Anti-Gay (Male)', 'Anti-American Indian/Alaskan Native', 'Anti-Female', 'Anti-Multi Races, Group', 'Anti-Multi-Races Group; Anti-Islamic', 'Anti-Religion (Other)', 'Anti-Other Religion', 'Anti-Gay (Male); Anti-Black or African American', 'Anti-Lesbian/Bisexual/Transgender (Mixed Group)', 'Anti-White/Anti-Hispanic or Latino', 'Anti-Physical Disability; Anti-Black or African American', 'Anti-Black or African American; Anti-Hispanic or Latino; Anti-Lesbian/Gay/Bisexual/Transgender (Mixed Group)', 'Anti-Other Christian'], dtype=object)
```

הדאטה המקורי כלל 41 קטגוריות שונות של פשעי שנאה. על מנת לשפר את יכולת החיזוי של המודל ולהפוך את הניתוח ליעיל יותר איחדנו את כל הקטגוריות הללו ל־4 קטגוריות

METHODOLOGY

Unsupervised Techniques

Clustering

מזהה קבוצות של אירועים דומים וחושף דפוסים הקשורים למניע, מיקום או מאפייני קורבן ותוקף, ומספק תובנות נוספות מעבר ללמידה מונחית.

Anomaly / Outlier Detection

מאתר אירועים חריגים, כגון מניעים נדירים או מספר קיצוני של קורבנות, שעשויים להעיד על מקרים בעלי סיכון גבוה או חריגות מיוחדת.

Supervised Models

Logistic Regression

מודל פשוט המאפשר להעריך את ההשפעה של כל פיצ'ר על סוג המניע

Decision Tree

לוכד קשרים לאלינאריים בין פיצ'רים כגון מיקום, יום וסוג העבירה, ויוצר חוקים המפרידים בין סוגי מניעים שונים.

Random Forest

מודל של עצים רבים שמפחית התאמת יתר ומשפר את דיוק הסיווג.

Gradient Boosting

מזהה דפוסים עדינים בנתונים המבדילים בין סוגי מניעים, ומתאים במיוחד למצבים שבהם ההבדלים קטנים בין הקטגוריות

Support Vector Machine (SVM)

יעיל בהפרדת סוגי מניעים כאשר קיימות אינטראקציות מורכבות בין פיצ'רים, באמצעות יצירת גבולות החלטה אופטימליים במרחב רב-ממדי.



ניסויים והערכת ביצועים



מערך הניסוי

הדאטה חולק לסט אימון וסט בדיקה.
אומנו מספר מודלים מונחים לצורך סיווג
מניע פשע השנאה (Bias Super-Class).
כל המודלים הוערכו תחת אותו מערך
ניסויים לצורך השוואה הוגנת.

טכניקות הערכה

- Accuracy – מידת דיוק כולל.
 - Precision, Recall, F1-score
- הערכת איכות הסיווג ברמת המחלקות.

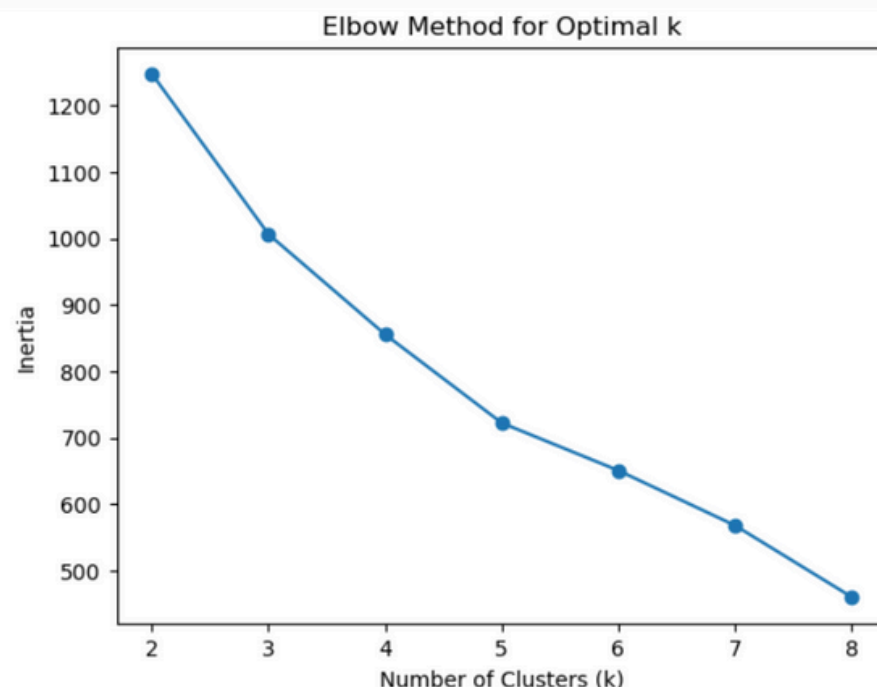
שיטות לא־מונחיות

- Clustering – ניתוח מבנה ודפוסים בנתונים.
- Outlier Detection – זיהוי אירועים חריגים וקיצוניים.

למידה לא־מונחית

מערך הניסוי

- נבחרו פיצ'רים המייצגים מאפייני קורבן/תוקף, זמן ומיקום
Total Victims, Total Offenders, Victim–Offender Ratio, Zip Code Frequency, Is (Weekend, Is Offender Known)
- ערכים חסרים הושלמו ב־0 ונעשה שימוש ב־StandardScaler עקב רגישות K-Means לגודל הפיצ'רים.
- מספר האשכולות נבחר באמצעות שיטת המרפק (Elbow Method), ונמצא כי $k=5$ מספק איזון בין פירוט לאינטרפרטביליות.
- יושם K-Means Clustering, ובוצעה הפחתת מימדים באמצעות PCA לצורך ויזואליזציה.



RESULTS & CONCLUSION

Supervised Models

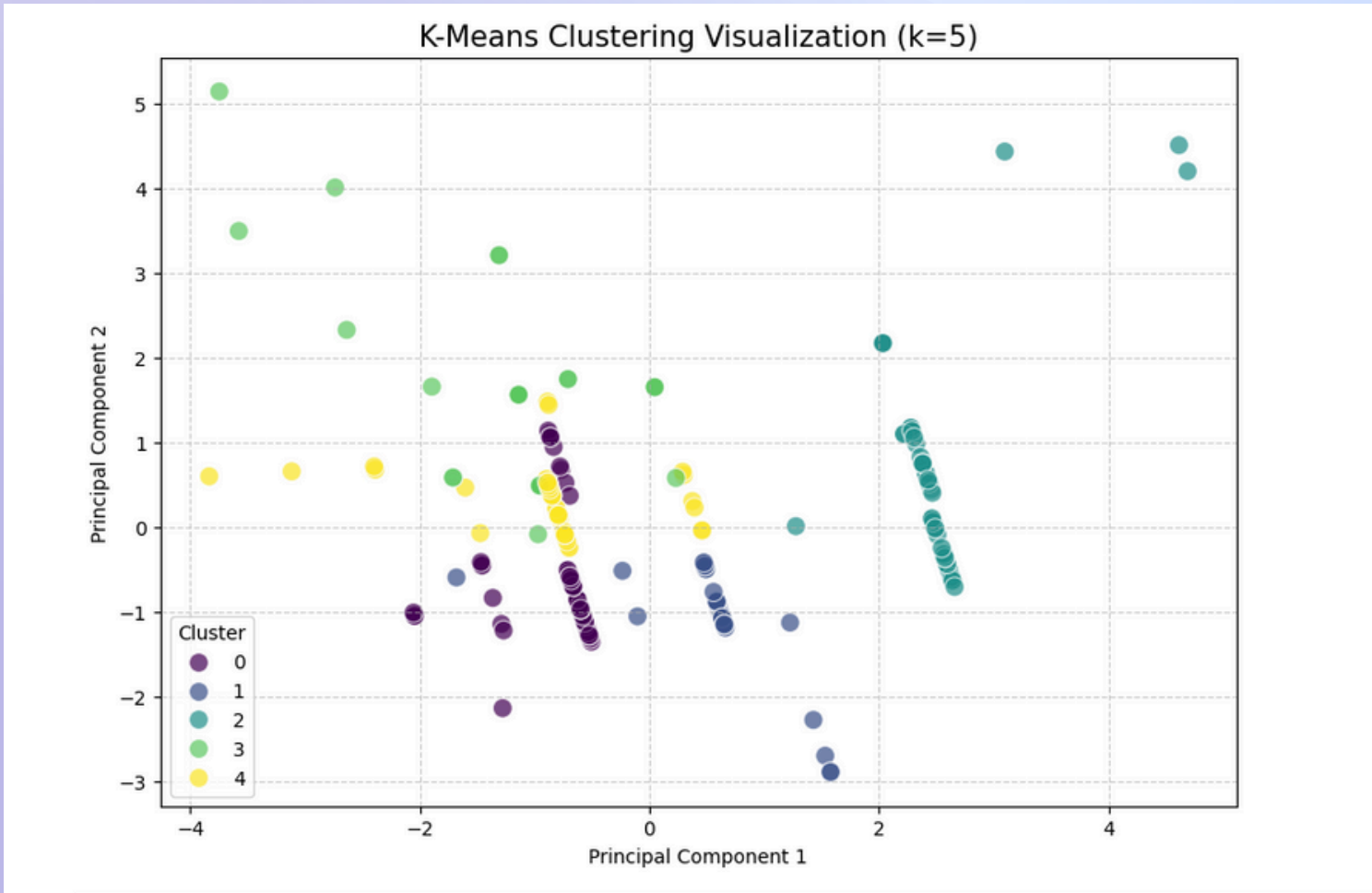
דיוק המודל המפוקח הגבוה ביותר שהושג היה 0.63 למרות שהתוצאה הזאת לא הכי גבוהה מדובר בתוצאה משמעותית בהתחשב בפיזור הרחב והמשתנה של הנתונים, ולא באיכות ירודה של המודל. גם לאחר מיזוג הנתונים ל-4 קטגוריות מרכזיות אומנם החיזוי עלה אך גודל הדאטה נשאר קטן יחסית ביחס לדפוסים המורכבים. ולכן השגת רמת חיזוי זו בתנאים אלו משמעותית ומשתפרת באופן משמעותי על פני סיכוי אקראי, ומוכיחה שהמודל הצליח לזהות את האותות הבסיסיים בנתונים.

1]:

	Model	Accuracy	Weighted F1-score
0	Logistic Regression	0.48	0.49
1	Decision Tree	0.57	0.57
2	Random Forest (Tuned)	0.63	0.63
3	Gradient Boosting	0.57	0.57
4	SVM	0.52	0.52

RESULTS & CONCLUSION

Unsupervised modrls:
Clustering



	Total_Victims	Total_Offenders	Victim_Offender_Ratio	Zip_Code_Frequency	Is_Weekend	Is_Offender_Known
Cluster						
0	1.075472	1.122642	1.028302e+00	13.838095	0.000000	1.000000
1	0.833333	1.000000	7.750000e-01	11.400000	0.033333	0.000000
2	1.078125	0.000000	1.078125e+06	17.062500	0.343750	0.015625
3	1.162791	1.348837	9.399225e-01	47.372093	0.581395	0.860465
4	1.035088	1.228070	9.669591e-01	12.719298	1.000000	0.894737

Cluster 0 - פשע יום יומי וידוע: מעשים יומיומיים בימי השבוע, לרוב בין אנשים שמכירים זה את זה, עם קורבן אחד ופושע ידוע.

Cluster 1 - אירועים אנונימיים שגרתיים בימי השבוע: אירועים יומיים בימי השבוע ללא פורע ידוע, לרוב מקרי עבירה קטנים או דיווחים בלי חשוד.

Cluster 2 – אנונימיים/ונדליזם: עבירות לא-אישיות או דיווחיות (כגון ונדליזם), ללא מעורבות ישירה של פורע וקורבן.

Cluster 3-מוקדי פשע צפופים עם נטייה לסופי שבוע: מוקדי פשע צפופים, בעיקר בסופי שבוע, עם פורעים מזוהים לעיתים קרובות.

Cluster 4 – אירועי עימות בסופי שבוע: אירועים תוקפניים בסופי שבוע, עם מעורבות ישירה של פורעים וזיהוי גבוה שלהם.

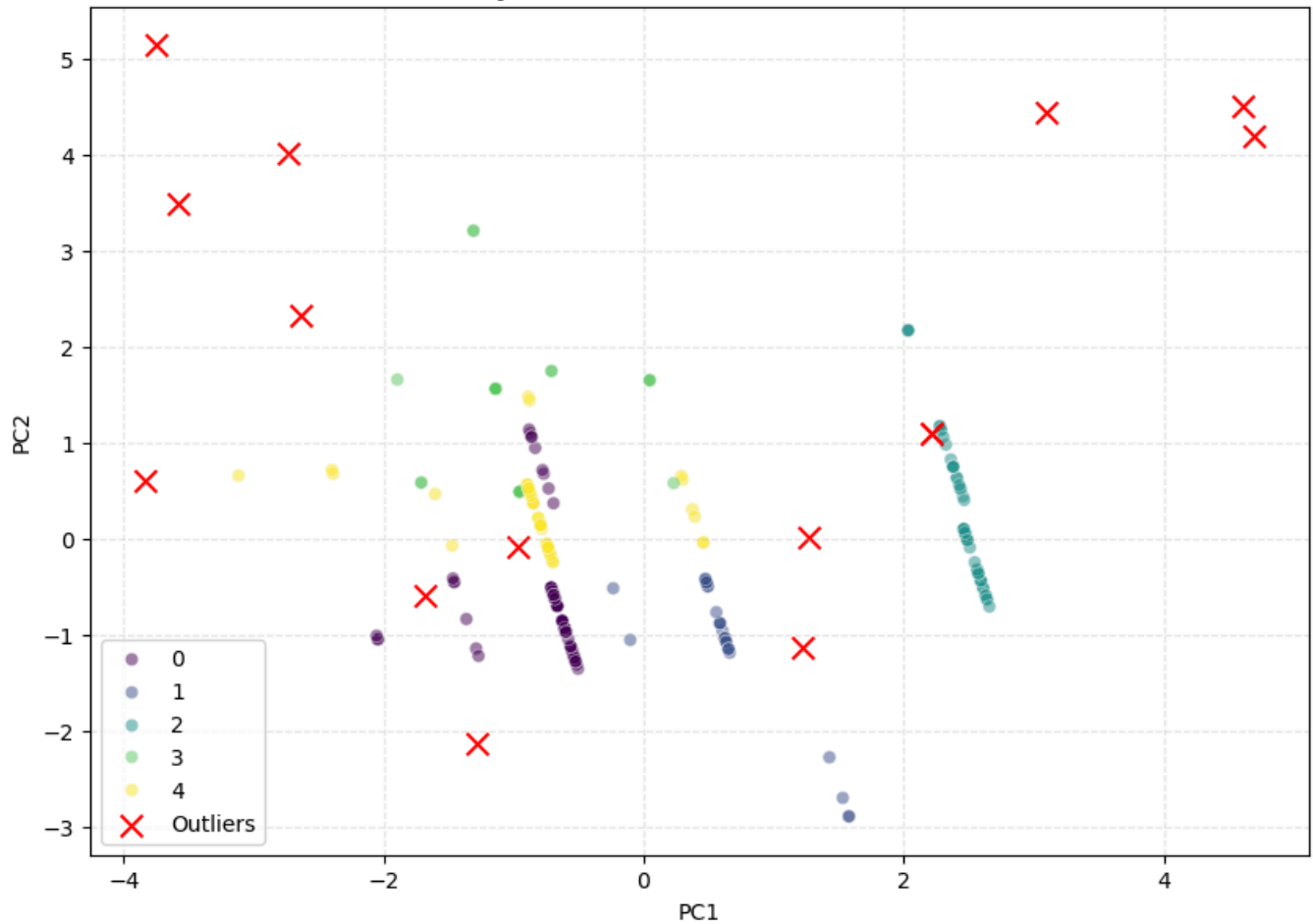
המאפיינים שנבחרו מאפשרים זיהוי דפוסים נסתרים ומשלימים את המודלים המפוקחים להבנת מגמות הפשעים.

RESULTS & CONCLUSION

Unsupervised modrls:

Outlier Detection

Final Analysis: Clusters & Anomalies (Red X)



	Total_Victims	Total_Offenders	Victim_Offender_Ratio	Super_Bias_Class
21	1	4	0.25	RACE_ETHNICITY
22	0	2	0.00	RACE_ETHNICITY
37	2	4	0.50	SEXUAL_GENDER
80	3	0	3000000.00	RACE_ETHNICITY
159	2	0	2000000.00	SEXUAL_GENDER

נקודות רגילות: 283
חריגות: 15

- חלק מהאירועים כוללים מספר חריג של עבריינים (למשל 4), דבר נדיר בפשעי שנאה.
- אירועים עם 0 עבריינים אך מספר קורבנות גבוה יוצרים יחס קורבן-עבריין קיצוני, לרוב מקרים אנונימיים כמו ונדליזם או גרפיטי.
- מקרה אחד ללא קורבנות מצביע על פשע שנאה ללא מגע ישיר, גם הוא כנראה גרפיטי או נזק לרכוש.

CONCLUSION & FUTURE DIRECTIONS

פשעי שנאה אינם מקריים: קיימת דפוסיות לפי זמן (שבוע/סוף שבוע), מיקום (אזורים בעייתיים מול רגועים) וסוג המקרה (אנונימי/ונדליזם מול אירוע קבוצתי)

הגדלת אוסף הנתונים תאפשר למודלים ללמוד ממגוון רחב יותר של מקרים ולשפר את דיוק התחזיות

התמקדות באזורים עירוניים עם ריכוז גבוה של פשעים ובמקרים המתרחשים בסופי שבוע יכולה לסייע בגיבוש אסטרטגיות מניעה ממוקדות.