

AI-among Us

פרויקט סיום - קורס בינה
מלמדותית (67842)



תוכן העניינים

1.....	שער
2.....	תוכן העניינים
3.....	מטרת הפרויקט + הקדמה
4.....	הציגת המשחק
5.....	תיאור הבעייה
8.....	דרכי הפתרון
13.....	דרכי מימוש
14.....	תוצאות
20.....	מסקנות ודיאל
21.....	השלכות ויעדים לעתיד
22.....	סיכום חווית העבודה על הפרויקט
23.....	הרצת התוכנית
25.....	ביבליוגרפיה וחומר עזר
26.....	נספחים

מטרת הפרויקט + הקדמה

- מטרת הפרויקט הינה לגלות האם ניתן לפתור ביעילות משחקים בעלי אלמנטים פסיכולוגיים/סוציאולוגיים באמצעות כל-AI.
- בפרויקט נתמקד בדרך-כלל בinformation games (1) (מפה והלאה נשלב היפר-קישורים לשם הרחבת המידע, והם יסומנו בקוו תחתון), זהו מצב משחק שבו לא לכל השחקנים יש אותו ידע על המשחק, וכן הם פועלים בתנאי אי-ודאות, וכן שיטות קלאסיות עבור משחקים כדוגמת יריד כמו **alpha beta** או **nash equilibrium agent** שלמדו בקורס פחות רלוונטיות, מכיוון שהמידע שאנו חשים מחזיקים עבור המשחק הוא שונה מהיריב שלנו מחזיק עבור המשחק, וכן בעיות שיתור קרובות לפתרון בעיות מהחיים האמיתיים.
- דוגמה מאוד מוכרת למשחק כזה הוא פוקר, שהייתה בעיה קשה לפתרון במשך הרבה שנים, ורק בשנים האחרונות הצליחו למצאו לה פתרון (2), שנמצא באחוזים גבוהים מאוד שחקנים מן הטופ העולמי, אך גם הוא אינו מושלם ולא מנצח ב-100%.
- המשחק שאנו נבחר לשחק יהיה מסוג **Social deduction game** (3), זהו משחק שבו השחקנים מנסים לגלו את ה"תפקיד החבוי" של השחקנים האחרים, ולשם כך הם משתמשים בהנחה לוגית ובנתונים שצברו לאורך המשחק.
- מצאנו ניסיון לminate סוג משחקי כזה של חוקרים מ-MIT (4), שפתרו את המשחק "The Resistance: Avalon".
- במהלך הפרויקט ננסה לפתור את המשחק **Among Us** ובאמצעותו נסיק את התובנות הכלליות שלם לשאלת – האם ניתן לפתור משחקים בעלי אלמנטים פסיכולוגיים/סוציאולוגיים באמצעות כל-AI?
- בהירה: במהלך תיק העבודה השתמשנו בשמות השונים של **worm/crewmate/crew/חבר צוות** – הם כוללים שקרים. כמו"ל לגבי "מתיחה"/"שקרן"/"רוצח"/**impostor** שגם מייצגים אותו דבר. סה"כ יש "יצוג ל-2 התפקידים האפשריים במשחק.

הציגת המשחק

הו **Social deduction game Among Us** מקוון בו יכולים לשחק במקביל בין 5 ל-12 שחקנים, המשמשים בחברי צוות (CREW), ומתחום בין 1 ל-3 שחקנים מסומנים כ"רוצחים"/"מתחזרים" (IMPOSTORS). שחקנים אלו נבחרים באופן אקראי בתחילת כל משחק. על חברי הצוות להשלים משימות ברוחבי המפה בצורה של "משחקוקונים" פשוטים הנמשכים מס' שניות. המתחזרים יודעים גם הם את רשימת המשימות, והם רוצחים לזייף את ביצוען. אם שחקן נהרג או מודח מהמשחק, הוא אינו יכול לחוץ או להצביע יותר. ל"רוצחים" בוגוד ל"חברי הצוות" יש שדה ראייה משופר שמאפשר להם לראות יותר טוב מחברי הצוות את מצב המשחק.

חברי הצוות יכולים לנצל אם הם מסיימים את כל המשימות לפני שנרצחו מספיק חבר צוות, או על ידי איתור והזאת המתחזרים מהמפה דרך הצבאות.

מטרתם של הרוצחים היא לרצוח את חברי הצוות. כשהרוצחים נמצאים בקרבה מסויימת לחבר צוות ("טוווח רציחה") הם יכולים להרוג אותם.

כדי שהמתחזרים יצליחו, עליהם להרוג מספיק חבר צוות כך שמספר המתחזרים ישתוו למספר חברי הצוות, או להגיע במצב בו מסתויימת הספירה לאחר של משימת החבלה.

אם שחקן מוצא גופתו של אדם שנרצח, הוא יכול לדוח על בר, דבר שיוביל למפגש קבוצתי שבו כל שאר השחקנים נעצרים והשחקנים מנסים להיות את המתחזרים, בהתבסס על ראיות ועל האליבי של כל שחקן, ולעתים גם על ידי בחינת זירת הרצח. אם מגיעים להצבעה בה מתגבש רוב נגד אחד השחקנים, השחקן הנבחר מודח מהמפה ושאר השחקנים רואים גם ליזום "פגישת חירום" על ידי לחיצה על כפתור בחדר שנמצא במקום מסוים במפת המשחק כל העת.

תיאור הבעייה

- הבעייה אוניה אנו מנסים לפתור במהלך הפרויקט היא ניצחן במשחק **Among Us**, תוך כדי בחירת הפעולות הנכונות והסקת המסקנות הנכונות על אף החוסר הוודאות ולמרות שלא בכל משחק תמיד קיימת ה"החלטה הנכונה", כיוון שהרבה מידע לא תמיד ידוע לאותו שחקן מסוים והוא נע לרוח בחוסר וודאות.

קלט הבעייה הגדולה

- במות **crew** ו-**impostor** בתחילת המשחק.
 - מפת המשחק עם מיקומי החומות ומיקומי המשימות של המפה (תתקבל כקובץ **NOSR** להרצאת התוכנית).
-

- במהלך המשחק נלמד כל צד – גם את **IMPOSTOR**-ים ("המתחדים") וגם את **CREW**-ים ("חברי הצוות"), לנצח את הצד השני.
- למעשה יש לנו בעיה גדולה של ניצחון במהלך המשחק, שאוותה נפרק לתחת-בעיות כך שטרם האלגוריתם שנבנה תהייה לבחור את הצד הנכון בכל צעד שיידרש במהלך המשחק (בין אם זה ביצוע הצד הפיזי, בחירת המהלך הנכון – לעשות משימות, לרוץ וכד'), ולבסוף לבצע את הסקת המסקנות המתאימה ולהציבו בהתאם.
- המטרה היא לבצע את החלטות הנכונות כל פעם, בראיה קדימה לבחירה במהלך שיוובלו אותן לניצחון במהלך המשחק.

קלט תתי-הבעיות

הסוכן שלנו יבחר את המהלך הנכון באמצעות **observations** (התצפיות והמידע שהוא צובר לאורך המשחק – דבר שיישמו נוכח מימוש המשחק), וישתמש באמצעות בינה מלאכותית ולמידה ממוקרי עבר כדי לבחור את הצד הנכון בהתאם לידע הנוכחי לו באותו רגע (הסביר על כיצד הוא יעשה זאתיפורט במהלך תיק העבודה).

להלן הפרמטרים אשר יחזק הסוכן ובעזרתם יקבל את ההחלטה:

עבור **CREW**:

- מיקום השחקן (קואורדינטה)
- צבע השחקן
- כמה זמן עבר מתחילת המשחק
- כמה משימות נשאר לבצע
- אילו משימות נשארו
- מס' הסיבוב הנוכחי
- מס' הסוכנים שני רואה ברגע

- הזמן שנשאר עד שניתן "לקראוי" לשולחן (ניתן לבצע **call meeting** מתוך השולחן רק בעבר פרק זמן מסוים)
 - מס' הקראות לשולחן שנותר למבצע (מס' הקראות ל-**call meeting** באמצעות קרבה לשולחן הוא מוגבל)
 - כמה זמן עבר מתחילת הסיבוב
 - עבור כל סוכן – המיקום האחרון שראיתי אותו (קווארדינטה)
 - עבור כל סוכן – הזמן האחרון שראיתי אותו (קווארדינטה)
 - עבור כל סוכן – כמה משימות שונות ראיתי אותו עשו
 - עבור כל סוכן – אילו משימות ראיתי אותו עשו
 - עבור כל סוכן – האם ראיתי אותו רצה
 - עבור כל סוכן – האם הוא מת
 - עבור כל סיבוב – מי מת בסיבוב זהה
 - עבור כל סיבוב – מי הודה בסיבוב הזה (מי קיבל הכி הרבה הצבעות)
 - עבור כל סיבוב – איזו גופה דוחה באותו סיבוב
 - עבור כל סיבוב – מי השתמש בשולחן באותו סיבוב
 - עבור כל סיבוב – איזו גופה דוחה באותו סיבוב
 - עבור כל סיבוב – מיקום הגוף שהדוחה באותו סיבוב
 - עבור כל סיבוב – מי רצח (לפי המדווח) באותו סיבוב
- סה"כ 22 פרמטרים.**

עבור OR IMPOSTOR:

- מה ה-**down_cool_kill** שלי (עד כמה זמן אני יכול לרצוח שב)
- המשימות שזיהיתי ביצוע שלhn
- זמן שזיהיתי ביצוע משימות
- מיקום השחקן (קווארדינטה)
- צבע השחקן
- כמה זמן עבר מתחילת המשחק
- כמה משימות נשאר לבצע
- אילו משימות נשארו
- מס' הסיבוב הנוכחי
- מס' הסוכנים שאני רואה ברגע
- הזמן שנשאר עד שניתן "לקראוי" לשולחן (ניתן לבצע **call meeting** מתוך השולחן רק בעבר פרק זמן מסוים)
- מס' הקראות לשולחן שנותר למבצע (מס' הקראות ל-**call meeting** באמצעות קרבה לשולחן הוא מוגבל)
- כמה זמן עבר מkılית הסיבוב
- עבור כל סוכן – על ידי מי הוא נראה נרצח
- עבור כל סוכן – האם הוא **impostor**
- עבור כל סוכן – המיקום האחרון שראיתי אותו (קוואードינטה)

- עבר כל סוכן – הזמן האחרון שראיתי אותו
 - עבר כל סוכן – כמה משימות שונות ראיתי אותו עשה
 - עבר כל סוכן – אילו משימות ראייתי אותו עשה
 - עבר כל סוכן – האם ראייתי אותו רצח
 - עבר כל סוכן – האם הוא מת
 - עבר כל סיבוב – מי מת בסיבוב זהה
 - עבר כל סיבוב – מי הודה בסיבוב הזה (מי שקיבל הכி הרבה הצבעות)
 - עבר כל סיבוב –இיזו גופה דווחה באותו סיבוב
 - עבר כל סיבוב – מי השתמש בשולחן באותו סיבוב
 - עבר כל סיבוב –இיזו גופה דווחה באותו סיבוב
 - עבר כל סיבוב – מיקום הגוף דווחה באותו סיבוב
 - עבר כל סיבוב – מי רצח (לפי המדווח) באותו סיבוב
- סה"כ 28 פרמטרים.**

בנוסף א' (היפר- קישור) מפורטת הדרך לחישוב במקרים הקומבינציות האפשרות, זהו מס' עצום של בערך 10 בחזקת 274, וזאת במקרים מסוימים אפשרית שלא ניתן לתת לבן אדם להתייחס לכל אחת מהן, ולצורך כך נצטרך להוכיח רשות שלמה שתוכל לחתם מענה לכל הצבת פרמטרים אפשרית.

דרכי הפתרון

הקדמה

- Among Us הוא אחד ממשחקים הći פופולריים בשנה האחרונות, עם זאת לאחר חיפוש עמוק לא מצאנו לו פתרון באמצעות AI שמתאפשר לנסוט לפטור את המשחק, ככל הנראה בשל המורכבות שבכק. لكن המשימה שלנו הייתה ראשונית ולא היה ברור אם בכלל היה ניתן לפטור אותה.
- מה שהיא ידוע לנו הוא בעיקר השראה מפרויקטים דומים שנעשו בנושא של social deduction games (הסביר בהקדמה). ידענו שעלינו להשתמש באלגוריתם למידה כלשהו שילמד את הסוכן תוך כדי שימוש במבנה מידע מוקדם, כך שלבסוף יהיה גורם התחלתי ללמידה ממנה.
- עם זאת לא ידענו מהי דרך הלמידה הנכונה מתוך דרכי הלמידה הרבות שלמדו בקורס, כמו Q-learning, supervised learning, reinforcement learning ועוד. لكن השאלה עבורה בפרויקט הייתה – האם בכלל ניתן לפטור את הבעיה, ואם כן איך לכך.
- בחרנו להשתמש ב-model probabilistic graphical model מכיוון ש-**PGM** חזקה על סמך חישוב של הסתברות מותנית (נוסחת "ביסיס"), ומפני ש-**Us** הוא משחק דזוקציה, אז הדרך הנכונה ביותר לכתיבת ערך לפעולה הוא על ידי חיזוי השלבותיה בעזרת חישוב הסתברות המותנית בהינתן המידע הנוכחי של הסוכן. כל זאת תוך שהשראה ממחקרי עבר אחרים בנושאים דומים (שהרחבנו עליהם בהקדמה), שראינו שגם בהם הלוגיקה של המשחק נבנתה ע"י עצה הסתברויות. בחרנו למש את **PGM** באמצעות **Bayesian network**.
- זהה גישה שברוב המקרים אמורה לתת חישוב מדויק ואמין יותר, עם זאת היא גישה שלא משתמשים בה לרוב לפתרון משחקים עם הרבה מידע, מה שהופך את השימוש בה, או לפחות דיקן היכולת להשתמש בה לפתרון, למשמעותי יותר.
- ישנו מס' חסרונות לרשות הביסיאנית, בעיקר בשל העובדה שלא קיימות ספריות רבות לימושה, ובנוסף מדובר ברשות שمبرעות חישובים הרובה יותר מהרגיל, והוא בדעת יותר להריצה (הרחבה על רשותות בייסיאניות נמצאת בהמשךתיק העבודה כחלק מ"חומר עזר מומלצים לקריאה וצפייה").
- בנוסף, על מנת ליעיל את תהליכי הלמידה של הסוכנים, וגם פה בעקבות השראה ממחקרים עבר בנושאים דומים (ובנוסף הדרכה מיוני המתגאל להשתמש ב-**fuzzy logic**), היינו צריכים להשתמש בעץ החלטה ראשוני המבוסס על מידע מוקדם (באינטרנט מצאנו מס' שמורות לדברים דומים לכך כגון **expert knowledge** או **deduction reasoning**). בפרויקט נשתמש בסגנון עץ משלהו שאנו פיתחנו, המבוסס על מקרים ונתינת הסתברויות לבחירת פעולה בכל מצב.
- העצים יהיו סוכני "למידה" עבור **PGM**, מכיוון שהם יהיו שחקנים "חכמים" במידה מסוימת, בעלי הבנה בסיסית (לכל הפחות) של המשחק, שבעזרתם **PGM** יוכל לשחק מול שחקנים ברמה גבוהה יותר, כאשר הוא עצמו אמור להעתלות עליהם ולהוות שחקן "חכם" יותר.

- חשוב להזכיר כי כלים אלו ברובם הם לא כלים שלמדו בקורס. הם אכן כלים מבוססים על הנושאים בחיפוש, ייצוג ידע, למידה ותיאורית המשחקים שלמדו בקורס, אך מכיוון שהכלים שלמדו בקורס בלבד אינם מספקים כדי לפתור את הבעיה שלנו, אז למדנו בעצמנו את השיטות המציגות מעלה בעזרת חקר באינטרנט.
- בנוסף, מימשנו בדרך יותר סטנדרטית של למידה – רשת נירונים (כפי שכבר למדנו בקורס), על מנת להשוו את יעילותה וביצועיה מול הרשת הביסיאנית (ה-PGM), תוך הערה שרשת נירונים תהיה פשוטה יותר למימוש אך פחות תואמים לבעיה הנוכחי ולכן תביא תוצאות פחות מספקות.
- תהליך הלמידה העיקרי של הסוכנים אמור להתבצע לאחר למידה מול עצי החלטה, הם ישחקו אחד נגד השני, וכך ישתפרו ביצועיו גם של סוכן ה-crew וגם של סוכן ה-*impostor*. לפ"י מה שקרה לנו באינטרנט, זהו למעשה תהליך של **multi agent system** (שבו לא דנו בקורס), והוא למעשה מתאר כיצד סוכנים יכולים ללמידה אחד באמצעות השני. לדוגמה במשחק ה-*cn|l* ה-*crew*-ים יכולים ללמידה לתת דיווחים מסוימים בעקבות הבנה של מה גורם ל-*crew* להציגו בצורה מסוימת, ובעקבות כך ה-*crew*-ים יכולים ללמידה לדעת להתייחס בצורה שונה לדיווחים שמתבצעים במהלך הציגעה.
- החזון המרכזי לכך וההכרה ביתרונות המשמעותי שהדבר יכול לתרום ללמידה של הסוכנים שלנו, מבוסס על הסרטון הcn|l, שגם מפורט ב"חומר עזר מומלץ לкриאה וצפיה" ומattaר שילוב בסביבה מרובת סוכנים במשחק אחר. הczpyה הסרטון מומלצת, לדעתנו הוא נותן אינטואיציה מאוד חזקה למה שניסינו לעשות.
- *Us Among Us* הוא משחק שמוביל המונח פרטיטים, יש המונח פרטיטים לשקלל ולהתייחס אליהם במהלך על מנת לקבל תוצאות מksamיליות, בפרטון שלנו התעמקנו מאוד בפרטיטים הקטנים של התרגיל, מה שדרש זמן, התעסקות והחזקת כמהות מידע גדולה מאוד על המשחק (כפי שכבר פירטנו קודם). לדעתנו זו הדרך הכי טובה לקבל תוצאות מיטביות שידמו חשיבה של אדם אמיתי במהלך, ויתנו מקום לכל האספקטים במהלך בצורה מרבית – לדוגמה התעמקות בהקשר להתייחסות לא רק ל"האם מצאנו גופה", אלא ל"אייפה מצאנו", "מי הגופה", ו"מה הקרבה של כל שחקן אליה", או לדוגמה התיחסות ל"היכן ומה עשו כל שחקן במהלך הסיבוב", "היכן הוא נמצא", "מתי הוא נמצא" ועוד.
- לסיכום, השתמש בעצי החלטה על מנת לתת אימון ראשוני לסטודנטים הלומדים שניצור, אשר אמורים ללמידה באמצעות חישוב הסתברויות למאורעות בהתאם למצבים לבחור במצב הנוכחי, ובהמשך ילמדו זאת גם באמצעות משחק אחד נגד השני.

הסוכן הרנדומלי והתאמתו לבעיה

- נעשה שימוש בסוכן רנדומלי לצורך בדיקה ראשונית של המשחק, ובעיקר בשביל לקבל פרספקטיביה חזקה לבמה הסוכנים מבוססים על עצי החלטה והסוכנים הלומדים הם אכן מספיק "חכמים" ומבצעים החלטות נכונות שיוצרו טובות מהתוצאות הרנדומליות.
- הסוכן הוא רנדומלי לחלוון ומבצע בחירה מຕוך רשות המהלך שלו באופן אקראי לחלוון.

עż הרחלה עם הידע המקדמים והתאמתו לבעה

- נעשה שימוש בעż ההחלה עם הידע המקדמים לצורך ייעול ושיפור תהליכי הלמידה, כדי שהסטודנטים ילמדו מול שחקנים מורכבים יותר ולא רנדומליים לחהלון, וגם על מנת שייהי לנו גורם שייהווה שחקן ברמה מתתקמת יותר, שנוכל לבדוק מולו את רמתו ויכולותיו של הסוכן הלומד שלנו. יצרנו מראש עץ החלטה מובנים שמתבססים על ידע מוקדם של המשחק.
- השחקנים מבוסס-העצים יודעים מה לעשות בכל מקרה, ולמעשה הם מהווים באופן די מרשים התנהגות מלאכותית שמייצגת את הידע האנושי במשחק, ובכך ניתן בהמשך יתרון לסוכנים הלומדים שאמורים להתעלות ביכולותיהם על יכולותיהם של שחקנים אמיתיים.
- בחירת הפעולה בכל מצב מייצגת ע"י התפלגות מסוימת, שנוננת לננו הסתברות כלשהי לביצוע כל משימה אפשרית (ומומלצת) במצב זה, ובאופן רנדומלי השחקן בוחר מה אכן לעשות במצב זה. כך אנו מייצגים את אפשרות הבחירה במצבים, על מנת קודם כל ליצור שחקן שאינו צפוי בתגובהו (בדיקה כמו שחקן אמיתי), ובעיקר על מנת לפעול כמו "יעילות" או "חכמת", במטרה לפתח לעצמו דרך פתרון נוספת ולהכיר מצבים נוספים על הלח. עשינו זאת במטרה שהסטודנטים שלנו לא יהיו מוקובעים ויפעלו כל פעם באותו דרך, אלאylimדו מצבים חדשים ואולי יבינו שאלה דואק הדרכים היותר טובות לבוחר בהן (לדוגמה נתנו הסתברות של 94% "בלבד" לבחירה של מי שהואשם ברצח עברו אכן ראו אותו רצח, וזאת על מנת להימנע מצב מוחלט שבו שאר-ה-crew מצביעים "על עיוור" יחד עברו כל דיווח, אלא בוחנים את האופציה גם לא להאמין להה).
- ההחלטה התקבלה על בסיס קר שבעל מצב, כלומר בכל סיבוב המשחק שבו הסוכן נמצא במקומות כלשהו ועלוי לבצע החלטה כיצד לוז/מה לעשות בעת, הסוכן מחזק את כל המידע הדרוש (פרמטרי המשחק – ה-*observations*), ולפיו "ינוט" בבחירה להסתברות ההחלטה המתאימה על בסיס התנאים המדוייקים שבה היא עומדת (למשל לפי כמהות ה"המתיחסים" ו"חברי הוצאות" שבתווח ראייה באותו זמן). הוא יפעל בהתאם לכך, והפעולה תיזג באמצעות בחירה טואה (ימינה, שמאלה, מעלה, מטה) או באמצעות בחירה מעשה (רצח, קרייה לשחקנים אל הגוף, קרייה לפגישה, ביצוע משימה).
- המידע שהבננו לטור עż ההחלה מבוסס על ההיכרות והניסיון שלנו מהמשחק, שיחקנו בעבר רבות של משחקי *Us Among Us*, ושיחקנו עוד כמה משחקים במיוחד לצורך-
- הפרויקט כדי בסופו של דבר להציג "מוסכםות" ודרך פעולה למצב המשחק השונים – דרכים שבוחבן הן די טריוויאליות, אבל חלון אין טריוויאליות (למשל לא תמיד להאמין לדיווחים בעת הצבעה או לדעת כיצד להציג בתור *impostor*). לעתינו השחקנים מבוססי- העצים הם מספיק טובים ומנוסים, ועצם המשחק נגדם והניסיון לנצח אותם הם קשים ודורשים הבנה גבוהה של המשחק. ניתן לומר שסבירו שהעצים האלו מייצגים את דרכי ההחלטה שלנו בשחקנים, שمبוססות על הניסיון שלנו ומוסכמות משחק וטיפים שקראנם באינטרנט, ניצחון ברגעם שկול לניצחון שחקנים אמיתיים ומנוסים.
- העצים שייצרכו יודעים לחתת מענה לכל מצב המשחק, יידעו לחתת ההחלטה (שברוב המקרים תהיה הרציונלית וה邏輯ית לאותו מקרה) לכל מצב המשחק, וכמו שתיארנו בבר קודם בתיק העובדה, מדובר בזמנים גדולה מאוד של מצבים, שהתמודדנו אותה בעזרת איחוד מקרים ובבנייה מתוכננת בקפידה של העז.

- כיוון שהדבר חדש מאייתנו חלוקה לחתתי-עצים רבים, ומתווך רצון שלא לעשות חלוקה "גסה" מדי למקרים אלה, אלא לתת משמעות לכל הפרש קטן בפרמטרים (לדוגמה שיהיה הבדל בין "האם רأיתי אישתו לפני 2 ש' או לפני 3 ש' / 4 ש'" – מה שבמשחק יכול להוות הבדל משמעותי בהחלטה האם לחסוד במישחו או לא), השתמשנו רבות ב"פונקציות שקלול" שמתיחסות למס' פרמטרים רבים, משקלות אותם על בסיס נוסחאות שחישבנו בהסתמך על הידע שלנו בשחקנים, ואמורות להתאים ולהביא התפלגות מתאימות למקרים רבים הרבה יותר, תוך שימוש משמעותי של העץ עצמו. לדוגמה השתמשנו בפונקציה: 5 * ^{*} ב모ות המשמעות שעשייתי + ב모ות הזמן שעבור מתחילה הסיבוב, על מנת לתאר מה המהלך שלשחקן צוות בזמן משחק רגיל עדיף לבוחר – לעשות שימוש או להסתובב בחדרים, כך שלא משנה מה יהיה הערך עבור כל פרמטר, תמיד תבוצע הבחירה ה"נכונה". נוסחאות כאלה מייצגות בצורה יותר טובה את המחשבה האנושית, מכיוון שלרוב בראש המשחק עשויה שכלל בין פרמטרים, ופחות פועל על בסיס החלטות עם בחירה מוגבלת.
- לחברי הצוות יש עז משליהם ולמתחרדים יש עז משליהם. עצים אלו מחולקים לעצים עיקריים של מצב הצבעה (דיווח מידע ובחירה הצבעה) או מצב משחק רגיל (טזה וביצוע פעולות). בחרנו שלא להרחיב כאן לגבי התוכן המדוייק של העצים, על מנת לא להלאות פרטים שקשורים ללוגיקה של המשחק ולמחשבות מאחוריו פרטיים משחקים אלה. בנספח ב' ([היפר קישור](#)) מתוארים העצים הנ"ל במפורט וגם הסבר לוגי שעומד מאחוריהם.

PGM – הרשות הביסיאנית וההתאמה לבעה

- PGM הוא מודל הסתברותי שumbedא יחס של תלות בין משתנים רנדומליים, ונעשה בו שימוש בעיקר בתיאorias סטטיסטיות והסתברותיות, ובמיוחד בהסתברותיות בייסיאניות ומערכות לומדות.
- הסיבות לשימוש במודל זה מפורטות בהקדמה ([היפר קישור](#)).
- PGM היא רשות בייסיאנית שמייצגת אוסף של משתנים – במקרה שלנו משתנים מקרים בדים (ולא רציפים) ואת יחס ה תלות ביניהם באמצעות גוף לא מעגלי מכוון. מה שהרשות עשויה זה לחתת כל מאורע ולחשב את ההסתברות שלו בהינתן גורמים שונים.
- השימוש שלנו עבר הרשות התבצע ע"י חבילת הפיתון `pgmpy` (מה שהתרבר בבחירה מוטעית בדיעבד).
- סקיצה של הרשות הבייסיאנית שיצרנו מצורפת בנספח ג' ([היפר קישור](#)).
- השימוש ברשות התבצע ע"י הזנת קודקודים של מידע שהשחקן מחזק במהלך המשחק (-*observations*), והם מפורטים כ-28-22 הפרמטרים ב"תיאור הבעה". עברו שחקני ה-crew, הרשות תחשב באמצעות הפרמטרים את ההסתברויות החדשות עבור כל מתחזה, ותשקל את ההסתברויות כדי לקבל הסתברויות למקרי החיזוי הרצויים מהם: ניצחון, לשוד סיבוב – עבור כל סיבוב, להציגו למתחזה – עבור כל משימה, לסייע את המשימות (אלו פרמטרים חשובים במשחק, הם סוג של "מטרות ביןיהם" של המשחק).
- את ההסתברות לכל "פרמטר חיזוי" נמשקל (כמו שעשינו במהלך הקורס להיוריסטיקות לMINIHEX) תוך כדי מחשבה כמה כל פרמטר חשוב ועזר במטרת העל, שהוא ניצחון במשחק. בעזרתם נקבל "ציוו" לכל מהלך שיתאר כמה כדאי לנו לעשות אותן.

- עברו כל מהלך אפשרי של השחקן בכל צעד נחשב את ה"צון" הנ"ל ונבחר במהלך עם ה"צון" המקורי.
- את בחירת המשקولات ביצענו על בסיס בחירה של מס' אנשים בעלי הבנה המשחק. אנחנו נריץ כל אחד מהם במודול מספקת של סיבובים, ולבסוף נבחר את השקלול שבמביא את התוצאות הבי-טובות, ונשתמש בו על מנת להמשיך למד את הסוכן.
- על אף יתרונות הרשות הביסיאנית שציינו מוקדם, היא מאוד בדוח חישובית, ואני ננסה להבין במהלך ההערכתה אם בכלל אפשר להשתמש בה בהתחשב בנסיבות המידע שאנו מתעסקים אותה.
- בנוסף, יתרון נוסף וחשוב של הרשות הביסיאנית זה שהיא אינטראקטיבית ומוניקה או וודאות מקלה על החישובים.

רשת הנוירונים והתאמתה לבעה

- רשתנונוירונים היא מודל מתמטי חישובי, שימושה במסגרת **ML**. רשת מסווג זה מכילה בדרך כלל מס' רב של יחידות מידע – קלט ופלט, המקשרות זו לזו בקשרים שעוברים דרך "שכבות חבויות", באשר הרשות מכילה מידע על החזק והקשר בין השכבות.
- בקורס למדנו על רשתותנוירונים ככלי חשוב לאלגוריתמי למידה.
- לימוש רשתנוירונים השתמש במודול **sklearn.neural_network.MLPRegressor**.
- רשתנוירונים תראה דומה לסקיצת הרשות הביסיאנית, עם התייחסות לכל הפרמטרים שאנו מכנים, אך תכלול פחות קשרים ולדוגמא לא תחשב את פרמטרי החיזוי עבור "מתחדים".
- השימוש ברשות מתבצע ע"י הזנת קודקודים של מידע שהשחקן מחזק במהלך המשחק (-**observations**), והם מפורטים ב-28-22 הפרמטרים ב"תיאור הבעה". עברו שחקני ה-**crew**, הרשות תחשב באמצעות הפרמטרים את ההסתברויות החדשות עבור כל מתחזה, ותשකל את ההסתברויות כדי לקבל הסתברויות למקרי החיזוי הרצויים שלהם: ניצחון, לשroud סיבוב – עבור כל סיבוב, להציגו למתחזה – עבור כל משיימה, לסייעו את המשימות (אלו פרמטרים חשובים במשחק, הם סוג של "ModelPropertyות ביןיהם" של השחקן).
- את ההסתברות לכל "פרמטר חיזוי" נמשקל (כמו שעשינו במהלך הקורס להוירוסטיות למיניה) תוך כדי מחשבה כמה כל פרמטר חשוב ועזר במטרת העל, שהוא ניצחון במהלך.
- עברו כל מהלך אפשרי של השחקן בכל צעד נחשב את ה"צון" הנ"ל ונבחר לכתבת במהלך עם ה"צון" המקורי.
- את בחירת המשקولات ביצענו על בסיס בחירה של מס' אנשים בעלי הבנה המשחק. אנחנו נריץ כל אחד מהם במודול מספקת של סיבובים, ולבסוף נבחר את השקלול שבמביא את התוצאות הבי-טובות, ונשתמש בו על מנת להמשיך למד את הסוכן.
- בנוסף, על מנת להתאים את הערכיהם שלנו לערבים לרשותנוירונים יכולה לעבוד איתם נפיעיל על הערכים את הפונקציה **SoftMax**, שתנורמל לנו ערכים כנדרש.
- כפי שמספרת בהקדמה, היתרון של הרשות הוא שהוא יותר מהירה ונגישה חישובית מאשר הרשות הביסיאנית, אבל החיסרון הוא שאנחנו מצלפים שישו לה תוצאות פחות טובות בשל אופי החישוב שלה, שלא מtabסס על הסתברות מותנית כפי שהיינו רצימים.

דרכי המימוש

- כיוון ש-US Among Us הוא לא משחק עם קוד open source, לא הייתה לנו אפשרות להתממשק עם המשחק בעצמנו, ולכן יצרנו בעצמנו גרסה של המשחק ב-Python, ובנוסף יצרנו לו GUI חזותי באמצעות ספריית Python-tkinter.
- מיימשנו את הפרויקט באמצעות יצירת מחלקות עבור הלוח, הסוכנים, הסוגים השונים של סוכני ה-AI שלנו, יצירת מחלקה ראשית שמדריצה את המשחק.
- לצורך הריצת-PGM השתמשנו בחבילת הפיתון `pgmpkg`, ובאמצעותה מימושו רשות בישיאנית של המידע, שאוותה הריצנו על מנת לקבל החלטות. בדיעבד החלטה זו התבררה כטוענת.
- אתה הבעיות הגדלות שעלו במימוש ה-Decision Tree הייתה: כיצד נלמד את הסוכנים (גם ה-crew וגם ה-impostor) לנوع על המפה בצורה הגיונית וחכמה בין מושבות וחודרים? A-star search algorithm – לשם בר השטמשנו בכל בינה מלאכותית שלמדנו בקורס

יצרנו את המחלקה `Search`, שמנממת את אלגוריתם החיפוש A-star על בסיס היררכיה שמתבססת על מרחיק ה"מנהטן" של הנקודה מנקודות היעד, מה שעזר למציאת המסלול היעיל היותר מכל נקודה לכל נקודה במפה.

המסלול הבci קצר שלפננו בכל פעם (ע"י פונקציית עזר) את הצעד הראשון המדרש על מנת הגיעו לנקודת הראונה במסלול זה, ושמרנו את המידע הנ"ל במלוני עזר.

מטרת הנקודות הראשונות במסלולים הבci קצרים היא לסייע בלימוד הסוכנים איך ללבת בין מושבות או בין חדרים בצורה יעילה והגיונית, שההוו דמיון לאופן שבו שחקנים אמיתיים דומים במשחק (הבחירה לאן ללבת היא עדין תלויות-ההחלטה של הסוכן, והכל שאנחנו הוספנו מועד להראות לו כיצד הגיעו לנקודת זו).

השימוש בחיפוש A-star הוא אינו מטרת הפרויקט, כלומר התשובה לשאלת "איזה צעד הסוכן בוחר לקחת?" בכל פעם לא משנה את התוצאות הרלוונטיות. עם זאת, מדובר בכל נספ שלמדנו בקורס AI, שיעזר לנו הגיעו לפתרון בצורה יעילה וחכמה.

- את רשת הנוירונים מימושו באמצעות המודול `sklearn.neural_network.MLPRegressor`.
- מיימשנו את הקוד בצורה מודולרית כך שהיא ניתן להריץ אותו עם כמה מקיטים של 15 שחקנים, ובנוסף מימושו אותו בקר שניתן יהיה לעובד מול סוגים שונים של מפות שמתקבילות בקובץ `JSON`.
- את מפת המשחק מימושו במיוחד בקובץ `JSON` והוא מבוססת על מפת המשחק הקלאסית.

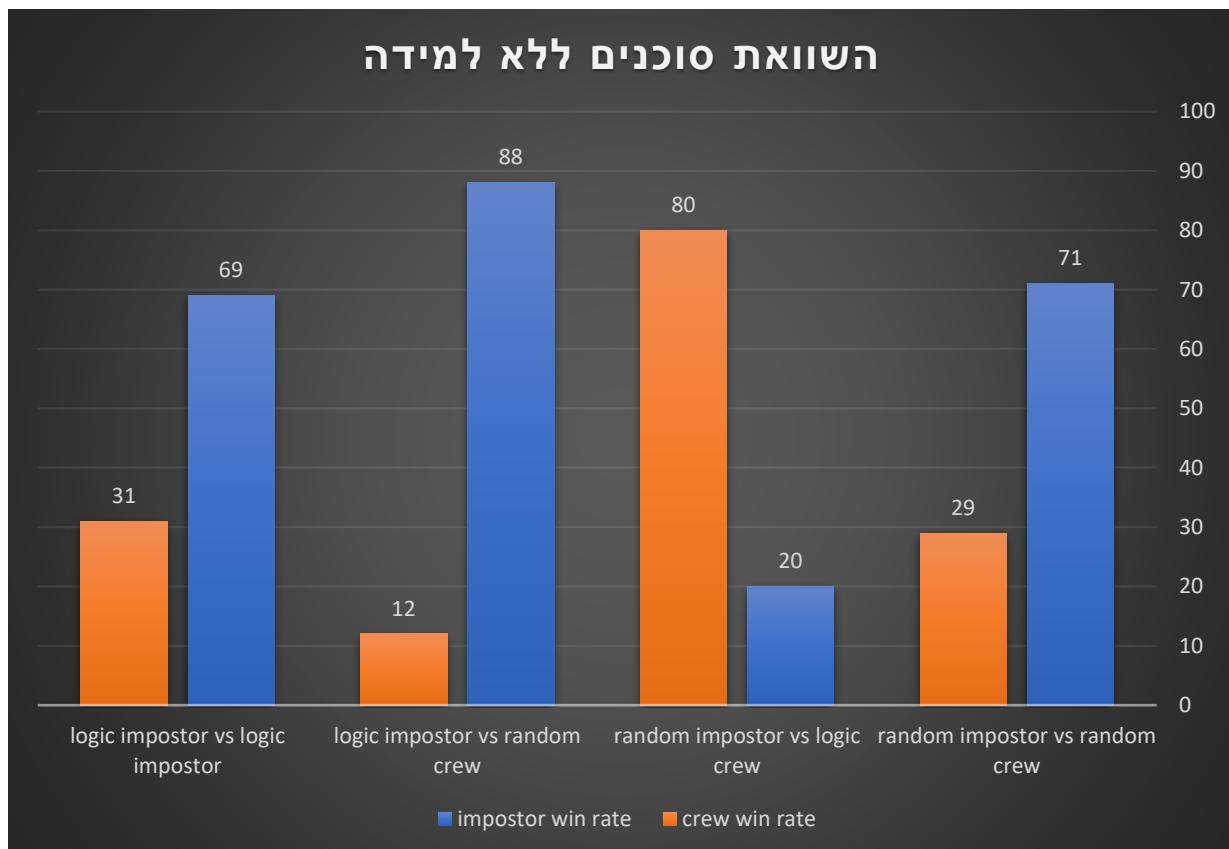
תוצאות

הרצת הרשות הביסיאנית ואי-ההצלחה החישובית

- לאורך כתיבת הפרויקט מימשנו את ה-PGM באמצעות חבילת הפיתון `pgmpkg`, אך במהלך ניסיונות ההרצה גילינו שחבילה זו מוגבלת לערך **nodes** 32 בשל אופן המימוש שלה, מה שהפרק את השימוש בה ללא רלוונטי לאור במותה הגדולה הרבה יותר שתיכננו להשתמש בה. בכל זאת צירפנו את המימוש של ה-PGM להגשה כדי שהיא נתן לראות מה ניסינו להריץ בעזרתו.
- ניסינו להשתמש בחבילת פיתון אחרת בשם `pomegranate` עבור הרשות הביסיאנית. ניסיון ההרצה היה עם **data** של **nodes** 3 וכמה מאות דוגמאות, מה שלקח מעלה לחצי שעה עבור במותה **nodes** שאפילו לא קרובה לכמות הרצואה. גם בשניסינו להריץ עם במותה **data** שיותר קרובה למאה שהיינו רוצים בבעיה שלנו, קיבלנו בעיות `out of memory` וכדומה.
- ציפינו בברור מראש שהרצה רשות ביסיאנית תהיה בדקה מאוד חישובית. עם זאת, העובדה שלא היה ניתן בכלל להריץ אותה במלואה, או שזה לוקח הזמן (בrama שהרצה מינימלית של אלפי דוגמאות, כולל משחקים, הייתה לוקחת הרובה מעבר לזמן הנתון לכל הפרויקט), הייתה אכן מפתיעה, וודרשת מאיתנו היררכות חדשה מבחינת המשך הפרויקט.
- לאחר מכן גילינו שימוש ברשות ביסיאנית יכול להיות אפשרי אם עושים התאמת מיוחדת רק בין **nodes** מסוימים בחישוב הרשות, ולא "מחברים" בין כל ה-**nodes** האפשריים, מה שהביא לנו כמות מאוד גבוהה של חיבורים אפשריים בין **nodes**, כולל **node**-משנה.

תוצאות לפני הלמידה

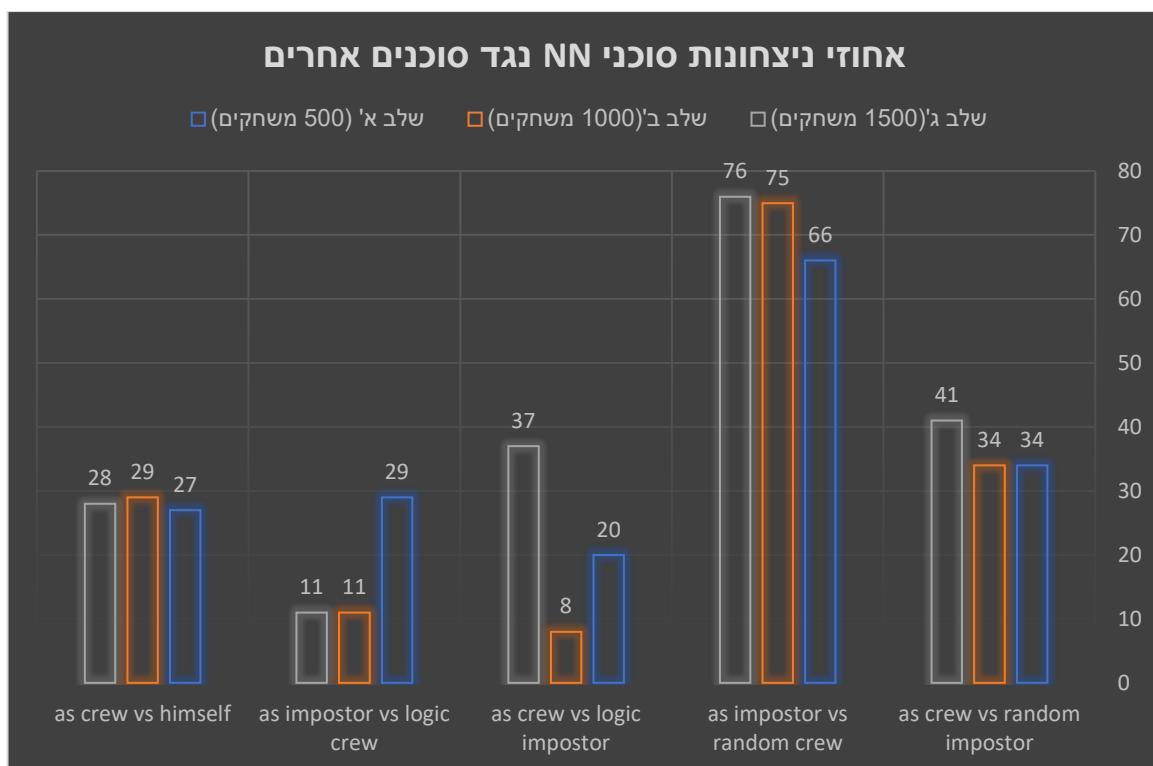
- הסוכן הרנדומלי והסוכן-مبוסס-עץ-ההחלטות-הלוגי עם המידע הידוע מראש והם קבועים.
- לכן קודם בצע הרצה של משחקים אחד נגד השני, 100 משחקים לכל סוג משחק (סוג משחק – *impostor* או *crew*), ובכך נקבל פרטיפקטייה של כמה טוב כל סוכן וגם יוכל לקבל סטטיסטיקה כללית של המשחק, של אחווי הניצחונות הכלליים של המתחרים מול אלו של חברי הצוות, מה שייעזר לנו בהמשך בניתוח התוצאות.
- להלן התוצאות:



- כפי שניתן לראות, הסוכן-מבוסס-עץ-ההחלטות-הלוגי (*logic*) בעל יכולות משמעותית יותר טובים מהסוכן הרנדומלי (*random*), ויש נטייה טבעית למתחדים לנצח.

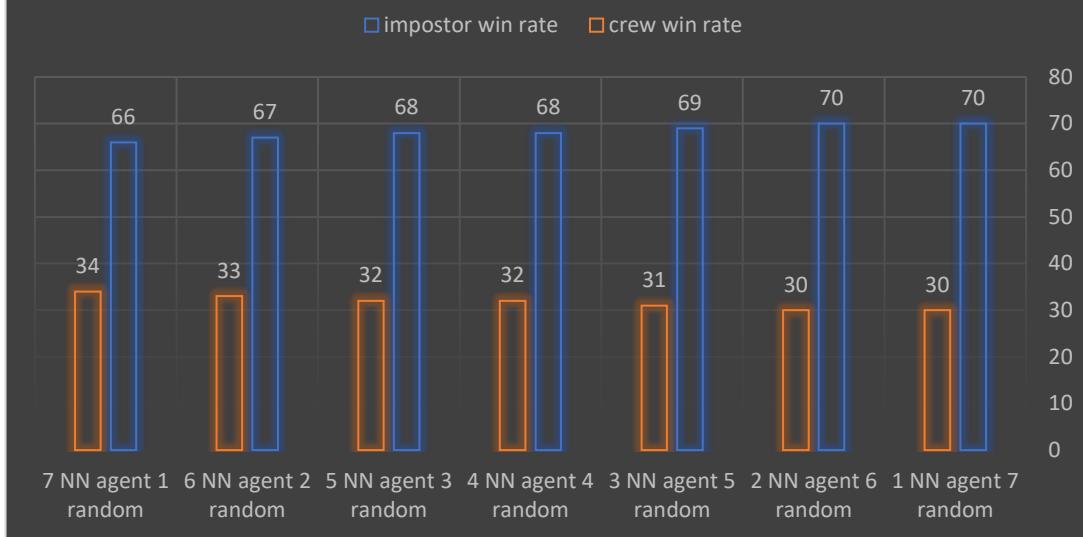
תוצאות לאחר הלמידה

- כדי לאמן את רשות המירונים ביצענו fit של הרשת ל-2 סוגי הסוכנים של רשות המירונים (חבר הוצאות והמתחזה) בעזרת הכנסת נתונים של משחק עבר (כמשחקי דוגמה נגד ה-logic). תחילת הכנסה נתוני 500 משחקים, שמהווים בפועל 500,000 דגימות עבור הסוכן שהוא crewmate ו-120,000 impostor. עבר כל משחק הרשות קיבלה את כל הפרמטרים ואת ה-*observations* עבור אותו משחק, ולבסוף את הקבוצה שניצחה במהלךו. במידה זו מהוות את השלב הראשון של המשחק.
- לאחר מכן, על מנת לקבל פרספקטיבת טוביה למידת ההצלחה של הסוכנים, הרצנו 100 משחקים נוספים כדי לבדוק את אחזוי ההצלחה של כל אחד.
- בשלב השני ביצעו הכנסה של נתונים נוספים 500 משחקים, כך שנתקבל סך הכל ב-1,000,000 דגימות עבור הסוכן שהוא crewmate ו-240,000 impostor. זה כבר יהווה לנו כמות די גבוהה של ערכים, ובנוסף ייתן לנו אינדיקציה טובה לגבי תהליכי הלמידה של הרשת, כדי לראות כיצד והאם היא משתפרת.
- לבסוף בשלב השלישי הרצנו עוד 500 משחקים – סך הכל 1500 משחקים, 1,500,000 דגימות עבור crewmate ו-360,000 impostor, כמו כן בשלב השני קיבל אינדיקציה.
- להלן התוצאות עבור ריצות של רשות המירונים בלבד, והציגת אחזוי הניצחונות בכל שלב:



- בנוסף, על מנת לקבל השוואה לגבי מידת השפעת כמות הסוכנים בתחום ה-crew על התוצאות, אחד מאיינו שיחק משחק של 2 מתחדים רנדומליים נגד 1-7 סוכני crew של רשות המירונים, כאשר הסוכנים הוי crew רנדומליים (גם פה היו 100 משחקים לכל מקרה, החישוב יהיה לאחר השלב השני של הלמידה):

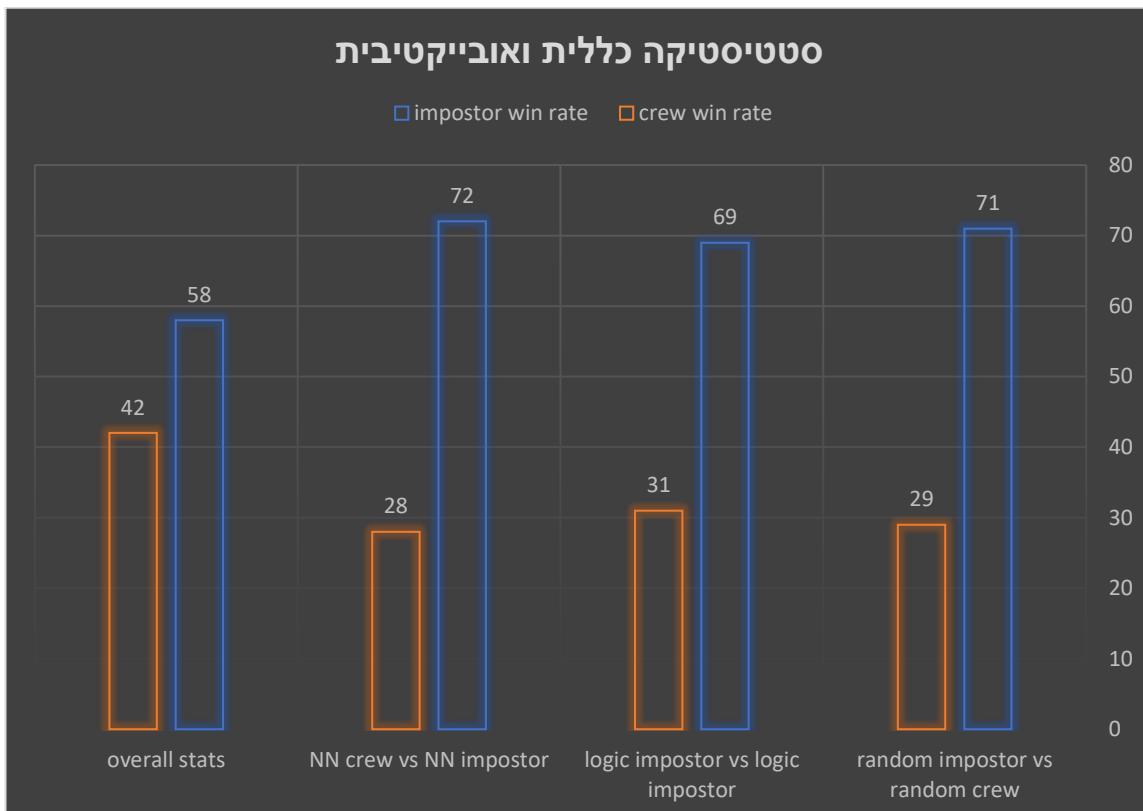
השוואת כמות משתנה של סוכני NN לשוכני random



- ניתן לראות כי סוכן ה-**Neural Network** הוא מעת טוב יותר מהסוכן הרנדומלי לאחר למידה בכמות של השלב השני, ויש השפעה ישירה לכך שככל שיש יותר סוכני NN ב-win כבاهם מנצחים בסביבות גבוהה יותר. עם זאת אין הבדל משמעותי במקרים.

סיכום התוצאות

- כדי לקבל פרספקטיבית יחסית טובה למידת ההצלחה של הסוכנים, עלינו להתייחס לעבודה כי המשחק עצמו לא שקול ויש יתרון יחסי לאחד הצדדים במשחק. לשם כך ביצענו בדיקה בה אותו סוכן שייחק נגד עצמו בתפקידים השונים (פעם crew ופעם impostor). הכללנו גם את הסטטיסטיקה הכללית של המשחק, שאותה מצאנו באינטרנט (7).



- יש הבדל קל בין המשחק שלנו למשחק הכללי באינטרנט, אך נקודות ייחוס להצלחה של סוכן מול סוכן, יש שאיפה ליחס טוב יותר מ-30%-70% לטובות-impostor.
- ניתן לראות ששחקן העץ (logit) מצליח מעבר למצופה, והוא משמעותית עוקף את הרף של 30-70 נגד הסוכן הרנדומלי, מה שהופך אותו באמת לסוכן טוב (נצח ב-88%) בהשוואה לרשת הנוירונים.
- גילינו שרשת הנוירונים צריכה כמות גבוהה מעל למצופה של דגימות, ושגם הכמות של מאות אלפי ואף מיליון הדגימות (פרמטרים אפשריים) שהייתה נראית לנו גבוהה, היא לא באמת כזו גבוהה והיה צריך עוד יותר דגימות מכך.
- אחד הדברים הכי מעניינים ולא צפויים במהלך התוצאות היה הלמידה של רשת הנוירונים במהלך המשחק. הסוכן שمبוסס עליה מול הסוכן שمبוסס על העץ – תחילתה דזוקא יש ירידת מסויימת (8% ניצחונות בלבד בתור crew) בשלב השני אחרי שבשלב הראשון היו 20% ניצחונות, אבל אחרי שלב הלמידה השלישי אחוז הניצחונות עומד על 37%, דבר שלדעתי נובע מאפיי הלמידה של הרשת, שעם הזמן לומדת לשחק באופן פחות רנדומלי, מה שהופך אותה ליותר צפואה יותר דומה לסוכן-մבוסס-עץ-ההחלטות-הלוגי. בהתחלה הרשת ברמה הכי נמוכה של משחק לוגי והגיוני, מה שיוצר ירידת מסויימת באחווי הניתchnerות בהתחלה, אבל

از חלה אצל עלייה ברמה (יותר אחווי ניצחונות שלה) בשל העובדה שהסוכן שמבוסס עליה למד להתמודד מול הסוכן-مبוסס-העץ (UMBOSSED-U) (UMBOSSED-U ידע מוקדים), כאשר הוא משחק בצורה הגיונית יותר – עם הזמן לומד בר אויר לשחק ומשתperf, וזה אכן מה שהתחלנו לראות בתוצאות.

- בעינינו התוצאות הנ"ל הן מכובדות ומציאות "לפוץ" את המשחק, וללמוד אותו באמצעות מיידה בסדר גודל שאמנם גדול אף איינו ענק, ובמובן שכמו שציינו – עם עוד **data** יהיה ניתן להגיע לתוצאות אפילו יותר טובות.

מקנות ודין

כעת נעה על השאלה שטענת מאחוריו בעית הפרויקט –
האם המשחק Among Us ניתן לפתור עיל באמצעות AI?



- התוצאות של הריצות מעודדות ומעידות שהמשחק ניתן לפתור ביעילות, והצלחנו לייצר סוכן לומד שטוב יותר משמעותית מהסוכן הרנדומלי וטוב במידה מסוימת מסוכן-עץ-ההחלטה (שמבוסס על ידע מוקדים), גם בתור **crew** וגם בתור **impostor**. אלו תוצאות מעודדות שמראות שהמשימה אכן אפשרית עם זמן הרצה משמעותי יותר מאשר הסוכנים-מבוסטי-הרשאות (גם רשות ה-AN וגם רשות ה-PGM), אבל בכלים החישוביים שיש לנו כרגע לא ניתן לתת מענה לבעית הפרויקט בעזרת רשות בייסיאנית, כפי שרצינו בתחילת הפרויקט.
- כדאי לאמן את סוכן-רשות-הנירונים גם נגד סוכן-עץ-הלוגיקה (שמבוסס על ידע מוקדים) וגם נגד הסוכן הרנדומלי, ובהמשך גם נגד עצמו (בחולק מניסיון ליצור "סביבה מרובה-סוכנים"). רשות הנירונים היא יעילה והיא בלי טוב למימוש הבעיה, אבל היא גם דורשת המון **data** וגם עדין לא "מבנה" תוצאות אולטימטיביות (ניצחון משמעותי על ה-**cogito**) כפי שציפינו מהרשות הבייסיאנית.
- אז האם עדיפה רשות בייסיאנית או רשות נירונים עבור בעית הפרויקט? הרשות הבייסיאנית היא אכן זו שמתאימה לבעה, אך לצערנו היא לא התאפשרה להרצה מבחינה חישובית במסגרת מגבלות הפרויקט. רשות הנירונים אמנים פחות מתאימה למקרה הזה, אך עם זאת היא מתפקדת בצורה מספקת בזמןן ריצה טובים מאוד (תוך מס' שעות סך הכל).

השלכות וייעדים לעתיד

- כמסקנה עבור פרויקט עתידי – ניתן ליעל את הקשרים בין ה-*nodes* ברשת הביסיאנית (כמו שהסביר גם ב"דרכי הפתרון") ולמצוא כלים נוספים שבuczratam אפשר להריץ את הרשת הביסיאנית בזמן חישובי מתkowski על הדעת ובכך להביא (ככל הנראה) תוצאות טובות יותר.
- בשל העובדה שמדובר במשחק אותו משחקים נגד שחקנים אמיתיים וכל אחד ישגן משחק שונה, היינו רוצים לנסות ללמוד את הסוכן לשחק בצורה אופטימלית כנגד כל סוג שחקן (אנושי) שהוא משחק נגדו, תוך התחשבות בפרמטרים הכלליים עבור כל השחקנים ותוך נקיטת פעולות כנגד השחקן האנושי וחולשותו/נטויות המשחק שלו.
- אם היה לנו יותר זמן, היינו רוצים להוסיף את כל הפונקציונליות האפשרית עבור המשחק וגם להוסיף מיפות משחק שונות, כך שהסוכן יוכל ללמוד גם במצבים החדשים הללו, מה שייפור את אמינות המשחק ויהפוך אותו לדומה אף יותר למשחק המקורי.
- באופן כללי היינו רוצים להריץ יותר איטרציות במהלך הפרויקט, וספציפית בזמן הלמידה ב"סבבה מרובת-הסוכנים" שבה הסוכנים לומדים לשחק אחד נגד השני. לדוגמה במקרים כאלה יש פוטנציאלי שיפור גדול לאלגוריתם.
- בנוסף, באתגר לעתיד היינו רוצים להעלות את הגרסה של המשחק לרשות ולתת לאנשים אמיתיים לשחק בה, ובעזרתה ללמוד עוד את הסוכנים עם דוגמאות מגוונות ורבות במיוחד שגם יאמנו את הסוכנים למשחק מול שחקנים אמיתיים.
- כפי שכבר ציינו בהקדמה, קיים פתרון למשחק מואטה קבוצה, הפתרון ההוא משתמש לפי המאמר (4) בשיטה של *counterfactual regret minimization*, זו שיטה שלומדת לשחק ע"י משחק עצמי-נגדיו שוב ושוב, ומשולבת בה תיאורית הסקה. זו שיטת מעניינת שגם ראיינו בפתרון של משחקי נוספים – למשל סוכן חכם עבור פוקר, והיינו רוצה להשווות את זמני הריצה והביצועים שלאו שלנו.
- אחד הדברים החשובים שנוכחנו לנו בפרויקט הוא הביצועים המרשימים של הסוכן מבוססים ה-*decision tree logic* שיצרנו (שמבוסס על ידע מקדים). לדוגמה העז כאמור הוא כל' חשוב לימוש בעיות דומות.
- מהתוצאות הניסוי שעשינו – פתרון בעיות כמו במשחק *Us Among Us* יכול להיות מוצלח בעזרת AI. עם זאת, בעיות כאלה לא פשוטות מבחינה חישובית ויש לכך ממשמעות שנראות לנו די מעניינות. אנו חושבים שבינה מלאכותית מסוגלת להתמודד ולנצח לא רק נתונים יבשים ומידע קבוע, אלא גם אלמנטים יותר פסיכולוגיים ותלו"י בחירה אישית של בני אדם, בהתחשב גם בנסיבות שונות שלהם במהלך המשחק או אפילו במהלך המציאות.
- במהלך המשחק ביצענו בכל פעם ניתוח חדשנות והכרעה מי האנשים ה"חשודים", כלומר בעלי מאפיינים מסוימים/שביצעו "רצח" במהלך, בהתבסס על מידע חלק/השערות/מידע לא אמין בוואדות (שניתן מגורמים אחרים) וסקול כלל הגורמים – כל זאת כדי לקבל החלטה על "מה קרה בפועל?" גם אם לא הייתה ידועה לנו התשובה על כך באופן סופי. בהמשך לכך, במקרה לעתיד היינו רוצים לגנות – האם ניתן להשתמש באמצעות שמותבטים על הכלים בהם השתמשנו בפרויקט כדי לפענה פשוטים/חקירות מציאות?".

סיכום חווית העבודה על

הפרויקט

- מתחילה החשיבה בפרויקט חיפשנו רעיון מأتגר, שלא נגע רק בנושאי הקורס שנלמדו או פוטר רק משחק סטנדרטי ופשטוט, אלא רעיון עם משמעותיות מעניינת יותר.
- הרעיון של המשחק Us Among הגיע מכך ששיחקנו בו לא מעט בחופשת הקיץ בשנה שועברה, וגם בעיקר מכך שמדובר במשחק מורכב שיש בו הרבה אלמנטים שלא משתכימים ב"איך לפועל?" אלא ב"מה חושב טוב?" ו"איך מכמתים הצלחה במשחק?".
- העבודה על הפרויקט הייתה לא קלה, מבחינת לוגיקת המשחק ו מבחינת ה-UI שלו היינו צריכים ליצור הכל בעצמם, תוך למידה של הכלים הנדרשים לשם כך. הפרויקט גם דרש מאיתנו ללמידה הרבה נושאים חדשים עבוריño ב-AI כמו PGM ו-fuzzy logic כדי לפתור את המשחק. לאור כל העבודה על הפרויקט בשבועות האחרונים נשארנו מהבוקר עד הערב ביחיד בבעין בית הספר לשם יצירת המשחק עצמו ויצירת סוכני הלמידה שיתחשבו בכל הפרטים האפשריים של המשחק. כל זאת על מנת לקבל תוצאות בחרוחות בהקשר לביעית הפרויקט כפי שהגדכנו אותה.
- מבחינה אישית, הפרויקט הסתכם עבוריño בחוויה מأتגרת, מרתקת ומהנה. זו הייתה ההתנסות הראשונה שלנו באוניברסיטה בעבודה משותפת על פרויקט בקבוצה, ולא רק כיחידים או כזוג. מימשנו בעצם חלק מנושא הקורס, והתנסינו גם בנושא AI מעבר ל-scopes של הקורס, ע"י חקר באינטרנט וגם בຄות עזרה של סגל הקורס. הפרויקט היה סיכון של החוויה המעניינת והמלמדת שלנו לאור כל הסMASTER בקורס.

הרכבת התוכנית

איך מריםים את התוכנית?

יש להתקין את החבילות והספריות הנדרשות בעזרת הרכבת הפקודה `pip install requirements.txt` והכנו לשם ההריצה קובץ `SON` שמכיל מפה קלאסית של המשחק וkonfiguraciyah משחק עם 2 "מתחדים" - 8 "חברי צוות".

כדי לבחור אילו סוכנים (רכזומלי/עץ לוגיקה/רשות נירונים) יהיו חלק מה-crew ואילו סוכנים יהיו חלק מה-impostors, יש לעזר בהתאם את הקובץ `example.json`, ככלומר לבחור היקן מבין השדות למקם את הערך 8 (שמייצג את מס' חברי ה-crew) – או ב-`num_crewmate_random` או ב-`num_crewmate_pgm` או ב-`num_crewmates_tree` (הכוונה בפועל היא ל-NN שדנו בה, לא ל-pgm שתכננו במקור), ו לבחור היקן מבין השדות למקם את הערך 2 (שמייצג את מס' ה-impostors) – ב-`num_impostors_random` או ב-`num_impostors_pgm` או ב-`num_impostors_tree` (הכוונה בפועל היא ל-NN שדנו בה, לא ל-pgm שתכננו במקור). דוגמה לkonfiguraciyah:

```
{  
    "length": 25,  
    "width": 25,  
    "tasks_per_agent": 3,  
    "num_crewmates_tree": 0,  
    "num_impostors_tree": 0,  
    "num_crewmates_pgm" : 0,  
    "num_impostors_pgm" : 0,  
    "num_crewmates_random" : 8,  
    "num_impostors_random" : 2,  
    "num_impostors": 2,  
    "colors": ["blue", "gold", "green", "orange", "red", "cyan", "pink", "yellow",  
              "silver", "purple"],  
}
```

אנו ממליצים להריץ את המשחק עם סוכן מסווג אחד נגד סוכן מסווג שני כדי להצליח להבחן בבהירות בהבדלים בין ביצועי הסוכנים.

בתוך הקובץ `Main.py` יש להוציא ממצב הערה את section הקוד הרלוונטי להריצה: האחרון – משחק יחיד שיישוחק עם GUI, או האמצעי – מס' משחקים שיישוחקו ללא GUI ויצירת קבצי CSV עבורים והדפסת סטטיסטיקה שלהם, או הראשון – מס' משחקים שיישוחקו ללא GUI ויצירת קבצי CSV עבורים בלבד.

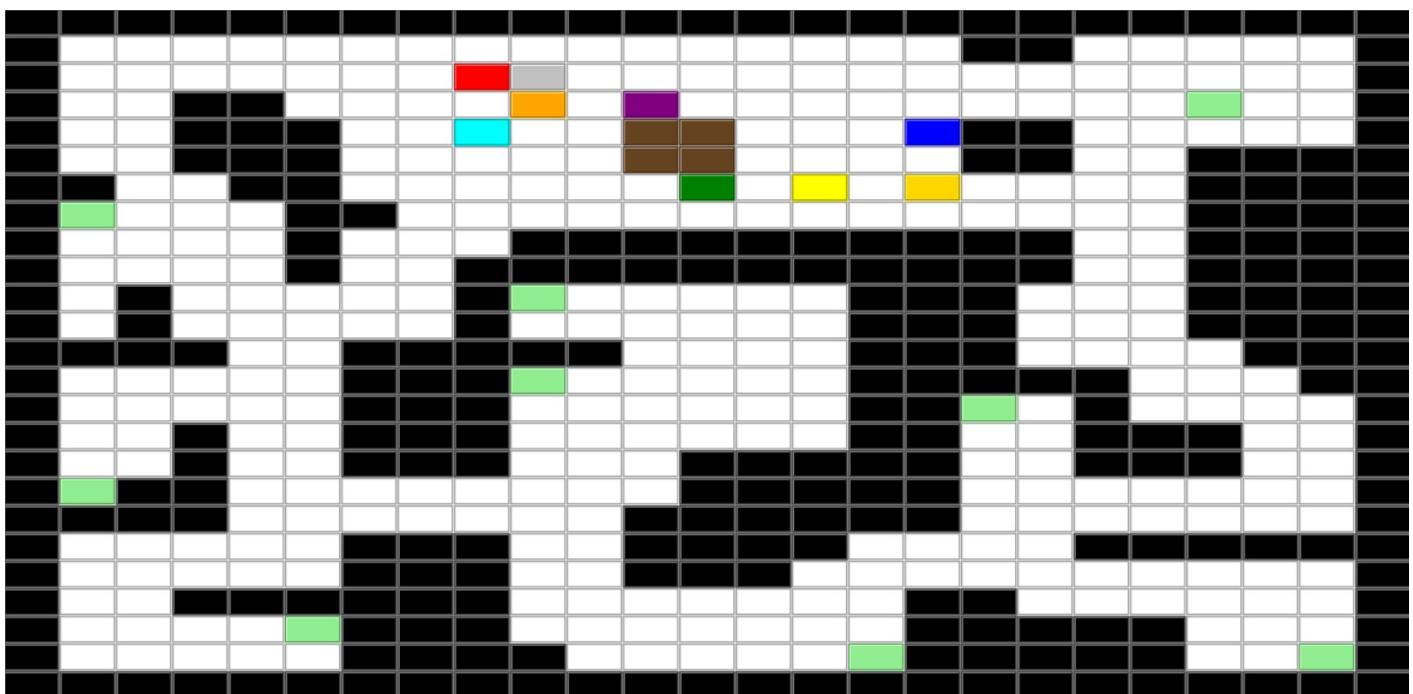
על מנת להפעיל את המשחק דרך מחשבי האוניברסיטה יש להריץ את הפקודה הבאה:

`python3 Main.py`

בנוסף, בתוך הקובץ `GameRunner.py` הוספנו הערות על פרמטר האתחול `train` של רשות הנוירונים.

אם יש בעיה בלשוני, נשמח אם תפנו אלינו.

מה רצויו על הלוח?



מה שנראה על הלוח יהיה תצוגת **LU** של המשחק שraz, לוח בגודל 25x25 שמייצג את כל תכונות הלוח של המשחק, ריבוע שחור יציג קיר (שלא ניתן לעبور/לראות דרכו), ריבוע חום יציג את השולחן המרכזי, ריבוע ירוק בהיר יציג מושימה (לא ניתן שחוקנים בזמן משימה), ריבוע לבן יציג מיקום ריק, ושאר הצבעים יציגו את השחקן שנמצא עליהם. בעת הצבעה לרגע קצר השחקנים חוזרים להיות ליד השולחן המרכזי.

ביבליוגרפיה וחומר עזר

. של Jonathan Levin "Games of Incomplete Information" מאוניברסיטת סטנפורד מפברואר 2002.
"NATURE" ,"No limit: AI poker bot is first to beat professionals at multiplayer game"
מאייל 2019.

הערך בוויקיפדיה של "Social deduction game".
מאמר מ-MIT News מנובמבר 2019.

[דף האינטרנט /higher-win-rate-than-crewmates](https://gamingonphone.com/news/among-us-stats-show-imposters-having-higher-win-rate-than-crewmates)
מצמבר 2020.

חומר עזר מומלצים לקריאה וציפייה:

Probabilistic Reasoning and ,<http://www.cim.mcgill.ca/~scott/RIT/researchPaper.html>
.2000 – מאמר של Scott McCloskey – Bayesian Networks

hide and multi agent – סרטון על משחק <https://www.youtube.com/watch?v=kopoLzvh5jY>
.OpenAI seek, בערוץ היוטיוב של AI

נספחים

נספח א' – כמות פרמטרים אפשרית בעבר בבחירה עצם

בכל צעד של שחזור אנחנו קוראים לסוכן שלנו עם כמות של 28 פרמטרים מה-*observations* מה-*impostor* (עבור *crew* יש מעט פחות פרמטרים, וחובם חופפים) כאשר לצד כל פרמטר מופיעה כמות הערכים האפשרית, ומצורף חישוב משוער של כמות הקומבינציות האפשרות לפרמטרים שמתאפשרים:

- מה ה-*howd_ool_kill* שלו (עד כמה זמן אני יכול לרצוח שב) – עד 30 מהלכים
- המשימות שזיהיפתי ביצועו שלhn – מוגבל ל-10 משימות
- זמן שזיהיפתי ביצוע משימות – מוגבל ל-80,000 מהלכים
- מקום השחקן (קוואודינטת) – 400 קוואודינטות פנויות
- צבע השחקן – 12 שחקנים
- כמה זמן עבר מתחילה המשחק – מוגבל ל-80,000 מהלכים, אין הגבלה על הזמן
- כמה משימות נשאר לביצע
- אילו משימות נשארו
- מס' הסיבוב הנוכחי – יש עד 10 סיבובים
- מס' הסוכנים שאני רואה ברגע – מקסימום 12 סוכנים
- הזמן שנשאר עד שניתן "לקראא" לשולחן (ניתן לבצע *meeting call* מתוך השולחן רק כעבור פרק זמן מסוים) – 20 מהלכים
- מס' הקראות לשולחן שנותר לי לבצע (מס' הקראות ל-*meeting call* באמצעות קרבבה לשולחן הוא מוגבל) – עד 5 קראות
- כמה זמן עבר מתחילה הסיבוב – מוגבל ל-80,000 מהלכים
- עבור כל סוכן – על ידי מי הוא נראה נרצח – 12 לסוכן
- עבור כל סוכן – האם הוא *impostor* – אינדיקטור של 2 לסוכן
- עבור כל סוכן – המיקום האחרון שראיתי אותו (קוואודינטת) – 400 לסוכן
- עבור כל סוכן – הזמן האחרון שראיתי אותו – 80,000 לסוכן
- עבור כל סוכן – כמה משימות שונות ראיתי אותו עשו – 10 לסוכן
- עבור כל סוכן – אילו משימות ראייתי אותו עשו – 12 לסוכן
- עבור כל סוכן – האם ראייתי אותו רצח
- עבור כל סוכן – האם הוא מת – אינדיקטור של 2 לסוכן
- עבור כל סיבוב – מי מת בסיבוב זהה – מוגבל ל-12 סוכנים לסיבוב
- עבור כל סיבוב – מי הודה בסיבוב זהה (מי שקיבל הכ' הרבה הצלבות) – מוגבל ל-12 לסיבוב
- עבור כל סיבוב – איזו גופה דוחה באותו סיבוב – מוגבל ל-12 לסיבוב
- עבור כל סיבוב – מי השתמש בשולחן באותו סיבוב – מוגבל ל-12 לסיבוב

- עבר כל סיבוב – איזו גופה דוחה באותו סיבוב – מוגבל ל-12 לסיבוב
- עבר כל סיבוב – מיקום הגוף שדוחה באותו סיבוב – מוגבל ל-400 לסיבוב
- עבר כל סיבוב – מי רצח (לפי המדווח) באותו סיבוב – מוגבל ל-12 לסיבוב
סה"כ 28 פרמטרים.

נחשב את במות הקומבינציות האפשרות בהתאם:

$$|all \ the \ possibilities| \approx 400 \cdot 12 \cdot 80,000 \cdot 10 \cdot 12 \cdot 20 \cdot 5 \cdot 30 \cdot 80,000 \cdot 10 \cdot 80,000 \cdot$$

$$(400 \cdot 80,000 \cdot 400 \cdot 80,000 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 2)^{num \ of \ agents}$$

$$\cdot (12 \cdot 12 \cdot 12 \cdot 12 \cdot 12 \cdot 400 \cdot 12)^{num \ of \ rounds} \approx$$

$$400 \cdot 12^2 \cdot 80,000^3 \cdot 10^2 \cdot 20 \cdot 5 \cdot 30 \cdot (80,000^2 \cdot 400^2 \cdot 10^2 \cdot 12 \cdot 2^2)^{12}.$$

$$(12^6 \cdot 400)^{10} \approx$$

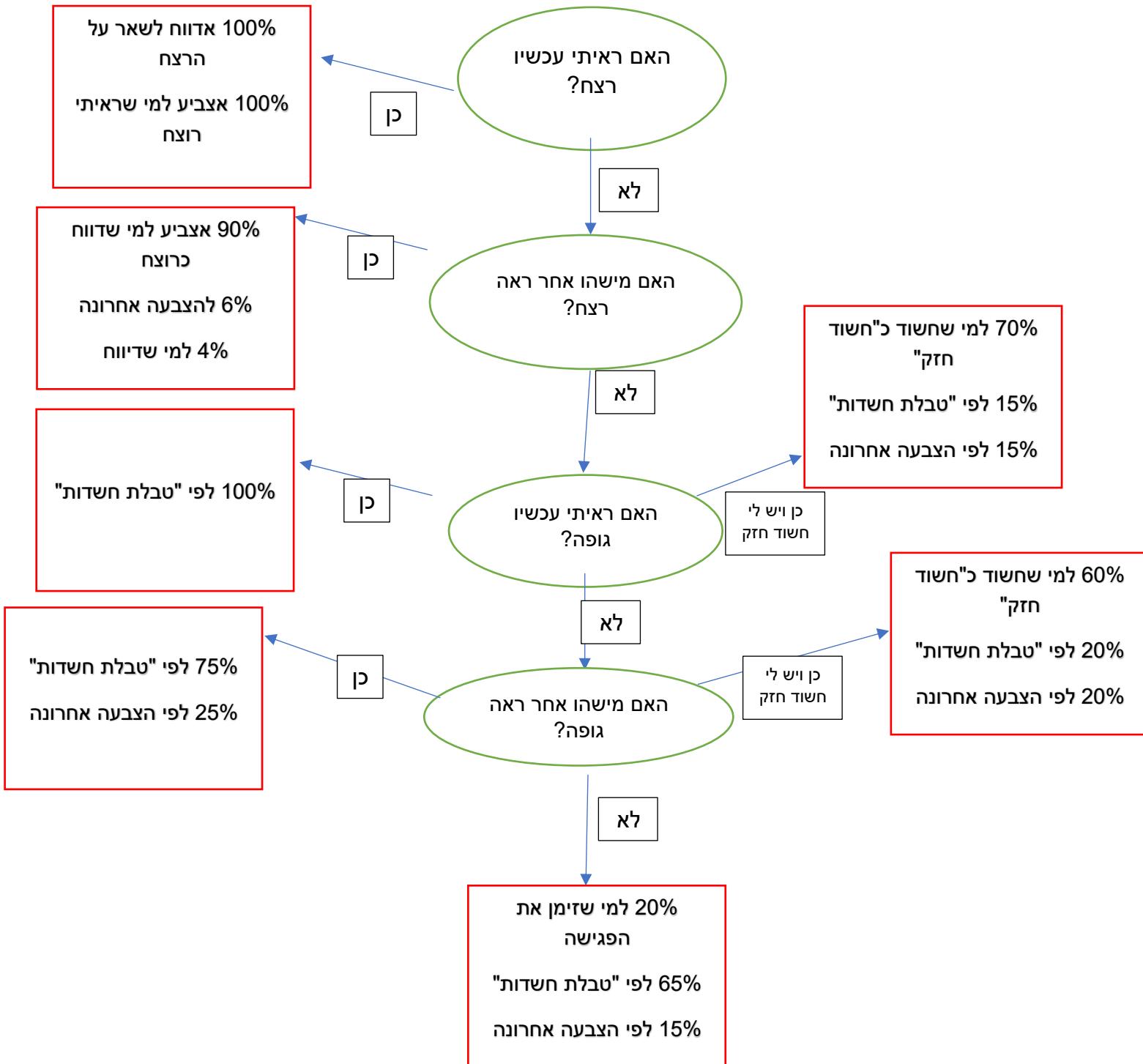
$$80,000^{27} \cdot 400^{33} \cdot 12^{74} \cdot 10^{26} \cdot 300 \cdot 2^{26} \approx 8 \cdot 10^{108} \cdot 4 \cdot 10^{66} \cdot 10^{74} \cdot 10^{26} \cdot 2^{26} \cdot 300$$

$$\approx 10^{108+66+74+26} \approx 10^{274}$$

זהי כמות עצנית, לשם השוויה מס' האטומים ביקום הינו 10 בחזקת 80, פה מדובר על ערך 10 בחזקת 274.

נספח ב' - עץ החלטות המלא

עץ החלטה עבור הצבעה – crew



טבלת חדשות

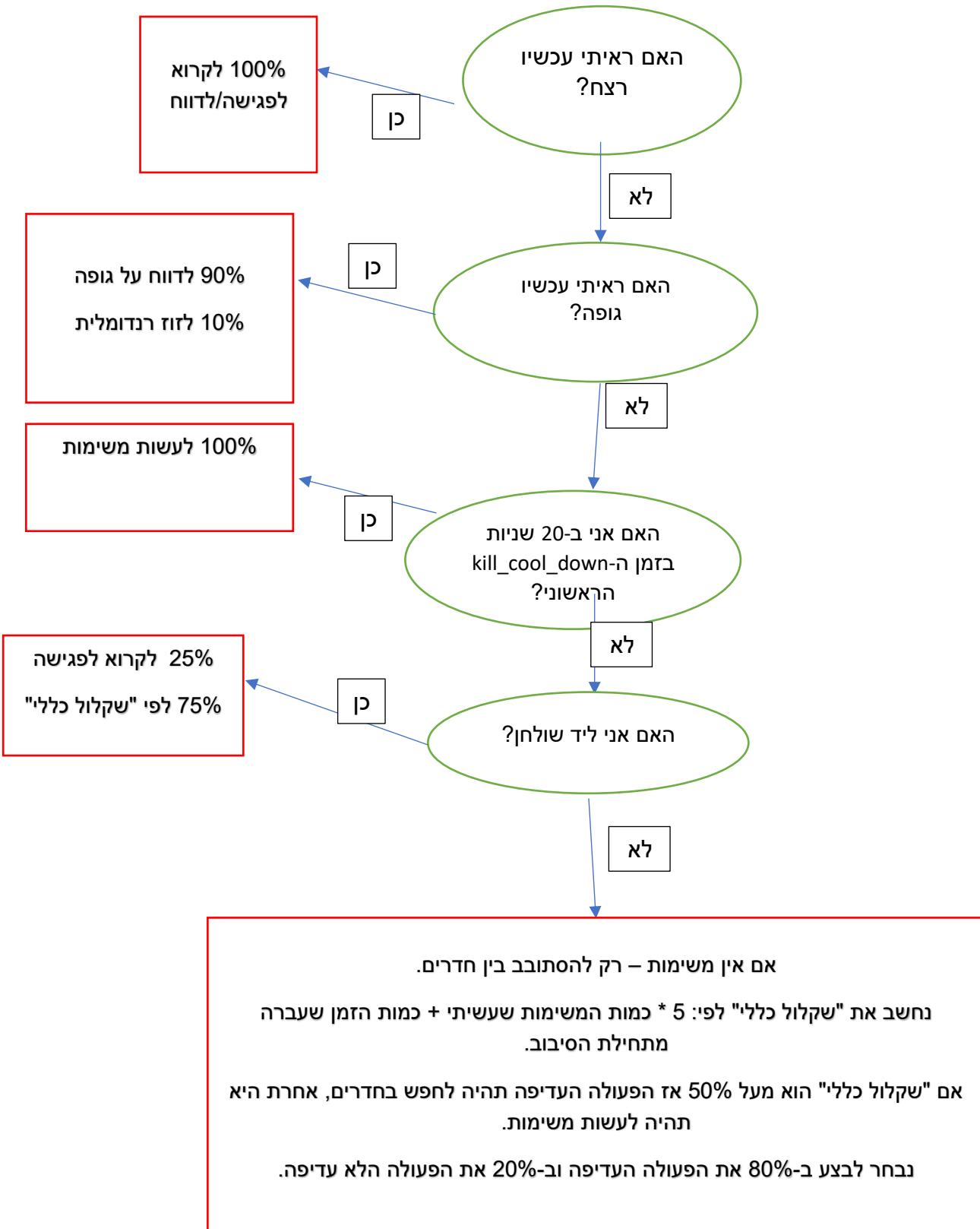
הפרמטרים: מרחק מן הגוף (המרחק שמננו שהן דיווח על הגוף מהמייקום שראיתי אותו בו בפעם الأخيرة), זמן שעבר (לפני כמה זמן רأיתי אותו), כמה זמן רأיתי אותו שלא בזמן ה-down kill

הראשוני שבו אף שהן לא יכול להרוג, כמה משימות רأיתי אותו עשה, כמה פעמים הוא הציע לי (אלו פרמטרים שאמורים להיעיד על כך שהבן אדם "חישוד"). החישוב הוא:

$$(15 - \text{distance}) \cdot (\text{time}/2)^{-2} + 0.5 \cdot \text{seen time} + 2 \cdot \text{tasks seen} + \text{vote againts me} \cdot 0.5 + 34000$$

החשיבות מאחוריה נסחה זו היא שברוב המקרים חבר הוצאות יאמין לדיווחים על רצח או על מציאת גופו ויצויע לפיהם, ואם לא קיים חישד רציני בלבד אחד מן האנשים הוא יבצע את החישוב על פי שקול של כמה אמינות יצר כל שהן אחר במהלך הסיבוב. החישוב נדרש לתת משקל חיובי אם המרחק היה קרוב לגופה ושלילי אם לא, ובמקביל הוא נותן חשיבות לזמן שעבר וכך מגדיל את "אמינות הדיווח".

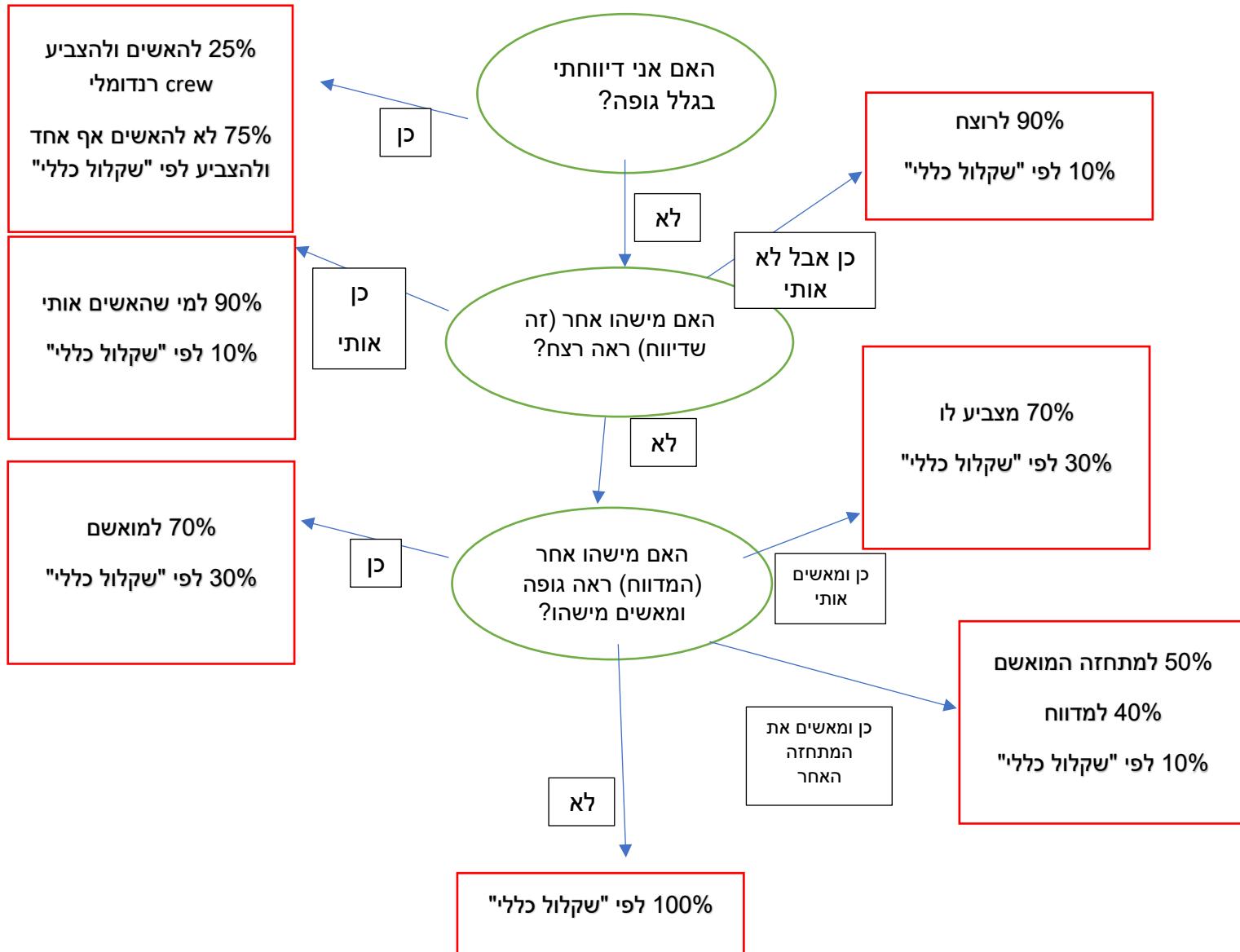
עז החלטה עברו משחק – crew



החשיבות מתחזק כך היא שככל שהמשחק מתקדם יש יותר מידע שניית לאסוף/גופות שאפשר למצוא, וכן עם הזמן המשחק יטעה לעצוב את המושימות ולהתחליל לעבר בין החדרים ולחפש מידע מידי על מנת למצוא את הרצח.

שחקן טוב הוא שחקן שיודע לשלב בין ביצוע מושימות לבין איסוף מידע ומיציאת רצח, והעז מיועד להזריר אותו כיצד לעשות זאת.

עז החלטה עברו הצבעה – impostor

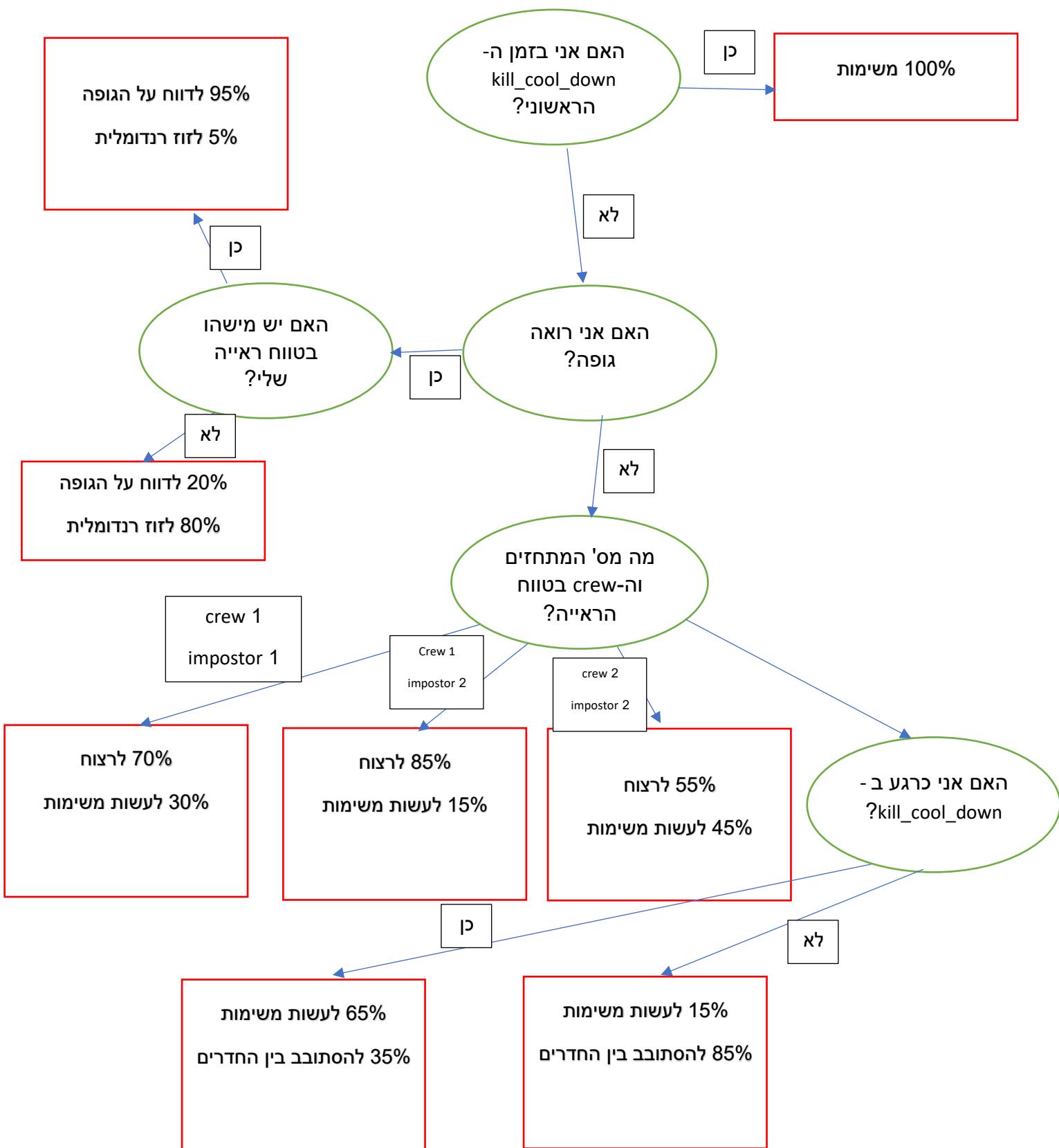


השקלול הכללי

* מס' הצביעות נגדי + מס' הצביעות נגד המתחזים האחרים.
לאחר מכן הצבעה ב-15% למתחזה השותף/המתחזים השותפים, ב-55% למקום הראשון בשקלול וב-30% למקום השני בשקלול.

חשיבותה מתחזורי בכך היא שבסלב הצביעות מטרת ה"מתחזה" היא "למצער מקרים", אם יהיה צורך הוא יצביע כנגד המתחזזה השותף כדי לא לסכן את עצמו, אך לא יעשה זאת בכל מקרה אפשרי וינסה להימנע מזה. בכלל אופן מטרתו תהיה "להנמייר פרופיל" ולא לסכן את עצמו בשלב זה.

עז החלטה עברו משחק – impostor



החשיבות מתחילה כאן שbumblebee המשחק המתחזה ינסה קודם להתנתק כמו חבר צוות, ולא להיתפס ליד גופה במקרה מדווח, ואם הוא לא במצב כזה אז הוא יבחר בין האופציה להסתובב בין החדרים ולמצוא את

ההדמנות הטובה לרץ (על פי עז ההחלטה שקבע לו באיזו הסתברות לרוץ במצבים שונים) בין האופציה לעשות שימוש ובקרט להגבר את האמינות שלו.

נספח ג' - סקיצת רשות בייסיאנית

