

הפקולטה להנדסה ע"ש אייבי ואלדר פליישמן  
המחלקה להנדסת תעשייה

# פרויקט סימולציה

## חלק א'



1. תקציר:

הפרויקט עוסק בבניית מודל סימולציה אשר יתאר קזינו עתידי המעניק שירות משחקי מזל ל- 10,000 לקוחות למשך חודש. מטרת המידול שביצענו הינה לחזות את הצלחתו ורווחיותו של הקזינו, כאשר אלו יחושבו על פי מדדים שיפורטו בהמשך המסמך. בעזרת הערכת מדדים אלו ננתח את המצב הקיים ונציע המלצות כלליות לשיפור המודל.

2. מבוא:2.1 תיאור המערכת הנחקרת:

המערכת אותה אנו חוקרים הינה מערכת המדמה בית הימורים אשר נותן שירותי משחק ללקוחות המגיעים אליו, למשך 30 יום. בכניסה לקזינו מוצב איש בידוק ביטחוני אשר בודק את המבקרים, בעלי סיווג - מבקר רגיל, במשך 30 שניות. מבקרים בעלי סיווג VIP נכנסים לקזינו ללא בידוק בטחוני. כל לקוח מגיע עם סכום כסף שונה בהתאם להנחה (5). לאחר הכניסה לקזינו הלקוחות יבחרו לשחק באחד מבין שלושת המשחקים שהקזינו מציע רולטה, מכונת מזל וקליעה למטרה (501). תחילת כל משחק, הלקוח יבדוק האם סכום הכסף שברשותו מספיק לו ויבחר משחק בהתאם ליחס החיבה של המשחק אל מול שאר המשחקים. לקוח יכול לשהות בקזינו עד 12 שעות, לכן יבדוק האם נותר לו זמן לפני שמתחיל משחק חדש. לאחר סוף משחק, הלקוח בוחר את המשך פעילותו בהתאם לניצחון או ההפסד שחווי במשחק. ללקוח מד סבלנות אשר יגדיר כמה זמן הוא מוכן להמתין בתור עד לנטישה ומתי יעזוב את הקזינו. בנוסף, מכונות המזל שבקזינו עשויות להתקלקל עקב השימוש בהם. לאחר קלקול המכונה, תשלח קריאה אל טכנאי אשר יגיע ויתקן אותה. במהלך הזמן שבו המכונה מקולקלת לא ניתן להשתמש בה.

2.2 מטרות:

מטרות הפרויקט:

- בניית מודל סימולציה לקזינו.
- בניית מדדים אשר יתרמו לניתוח המצב הקיים.

מטרות המערכת הנחקרת:

- מקסום רווחי הקזינו למען תרומת הכסף לצדקה.
- הגברת חווית הלקוחות במתחם.
- איזון בין הרווח קצר הטווח לרווח ארוך הטווח.
- מקסום זמן שהייה של המבקרים ועידודם לחזור בשנית לביקורים חוזרים ותכופים יותר.

השתמשנו במדדים שהוגדרו על מנת לחקור את המטרות של המערכת, להסיק מסקנות לגבי המצב הקיים ולתת המלצות לשיפור המודל בעתיד.

3. מודל סימולציה:3.1 תיאור המודל:

המודל נבנה לפי מספר שלבים - תחילה, הוגדרו מחלקות אובייקטים שיתארו את הלקוחות הקיימים במערכת, את מכונות המזל הקיימות בקזינו ואת הקזינו (שיתואר בעזרת הסימולציה). לאחר מכן נבנו מספר פונקציות אשר יעזרו לבניית מכונות המזל (ויצירת תהליך הקלקול והתיקון של כל אחת) ויצירת הגעת הלקוחות לקזינו לפי זמני הגעה שהוגדרו. כמו כן, בתהליך ההגעה ישנה התערבות של משאב איש הבידוק

הביטחוני, אשר דורש פונקציה שתתאר את ההמתנה בתור עד לקבלת השירות. בשלב הבא, ישנן פונקציות אשר בודקות עבור כל לקוח את מצבו הכספי ומצבו מבחינת זמנים - ופועלת בהתאם. במידה וללקוח יש סכום מספיק למשחק - ישלח לפונקציית בדיקת זמנים התואמת למשחק הספציפי, ומשם ישלח לפונקציית המשחק המבוקש או לפונקציה אשר תשלח אותו אל מחוץ לקזינו. במקרה ובו לא נותר ללקוח מספיק כסף - ישלח לפונקציית עזיבת קזינו. כמו כן, עבור כל משחק, קיימת פונקציה אשר מחזיקה בהתנהלות התור. לאחר מעבר לפונקציית המשחק - במידה והלקוח ניצח, ישלח לפונקציה שתבדוק את מצבו הכספי כדי למצוא את המשחק הבא. במידה והלקוח הפסיד ישלח לפונקציה אשר תבדוק את הסיכוי שלו להישאר (בעזרת נוסחה נתונה). בשלב האחרון, נבנו פונקציות התואמות את המדדים השונים - כמות נוטים יומית מהתור, אורך תור יומי ממוצע, מדד הנאה יומי של כלל הלקוחות שנכחו באותו היום בקזינו ומדד הרווח היומי של הקזינו.

### 3.2 הנחות:

1. המכונות נשלחות לפונקציית קלקול המכונה בהפרש של שתי שניות ביניהן - שם ידגם זמן הקלקול.
2. הלקוחות נשלחים לפונקציית הגעת לקוח בהפרש של עשר שניות ביניהם - שם ידגם זמן ההגעה שלהם.
3. לקוח רגיל אשר מחכה בתור לבידוק הביטחוני, בכניסה לקזינו, בעל מד סבלנות של שעה. אם לאחר שעה לא יקבל את השירות ממשאב איש הבידוק הביטחוני ינטוש את התור ויעזוב את הקזינו. נטישה זו תגרוור הורדה של 0.01 מההנאה המצטברת של הלקוח.
4. חזרה נוספת של לקוח לקזינו : עבור חזרה נוספת נדגם ללקוח זמן הגעה ע"י המשוואה 
$$\frac{t \sim \exp(72)}{10} \cdot \frac{visitor \cdot enjoy}{10}$$
5. בחרנו במשוואה זו כי זמן החזרה של לקוח מושפע באופן הפוך ממידת ההנאה בסיום ביקורו הקודם. במידה וזוהי אינה ההגעה הראשונה של הלקוח הוא מגיע עם סכום כסף שונה מההגעה הראשונית שהוגדרה. סכום הכסף נדגם מהתפלגות נורמלית עם הערכים הראשוניים הנתונים ולאחר מכן ערך זה מוכפל בכמות הפעמים שהלקוח שב לקזינו. בחרנו להכפיל את כמות הכסף בעקבות תופעת ההתמכרות להימורים אשר תגרום ללקוחות ששבים רצון להשקיע יותר כסף במשחקי ההימורים השונים.
6. לקוח לא יכול לבחור לשחק במשחק אם אין לו מספיק כסף לשלם עליו.
7. במידה והלקוח רוצה לשחק במשחק מסוים הוא בודק האם יש לו זמן לשחק. כאשר אין תור, נדרוש שזמן המשחק שנדגם מההתפלגות הנתונה יחד עם זמן השהות של הלקוח במערכת יהיה קטן מ 12 שעות, זמן השהות המקסימלי בקזינו. במידה וללקוח אין זמן לשחק הוא בודק תנאי מסוים. אם התנאי מתקיים, נדגם ללקוח זמן משחק חדש מאותה ההתפלגות וכעת הזמן נבדק שנית. אחרת, יעזוב את הקזינו. אם זמן המשחק החדש יחד עם זמן השהות עד כה קטן מ 12 שעות ישלח הלקוח למשחק עצמו. אחרת, יעזוב הלקוח את הקזינו. במקרה ויש תור למשחק, ייבדק מקרה קצה מקסימלי (גישה מחמירה). מספר הלקוחות בתור ועוד האדם שמשחק כעת יוכפל בזמן המשחק המקסימלי האפשרי. זמן זה יחד עם זמן המשחק של הלקוח וזמן השהות שלו עד כה במערכת צריך להיות קטן מ 12 - במידה ולא, התנאי נבדק שנית והתהליך חוזר על עצמו בדומה למקרה שאין תור.
- תנאי במשחק הרולטה - בדיקה האם הרולטה הוא המשחק האהוב על הלקוח.
- תנאי במשחק מכונת מזל - במידה ויש תור למכונת מזל נבחרת מכונת המזל בעלת התור הארוך ביותר לבדיקת מקרה הקצה. בנוסף, התנאי שייבדק הוא הטלת מטבע - כלומר ישנו 50% סיכוי לדגום זמן חדש שיאפשר משחק וישנו 50% סיכוי עזיבת הקזינו.
- תנאי במשחק קליעה למטרה (501) - בדיקה האם סכום הכסף שלו בזמן הבדיקה מתחלק ב 2.
8. עזיבה - עזיבה מוגדרת כיציאה מוחלטת מהקזינו אשר עשויה להוביל בעתיד לחזרה נוספת. המקרים שיובילו לעזיבת הקזינו הם :

- ללקוח נגמר הכסף ואינו יכול לשלם על אף משחק יותר.
  - אין ללקוח זמן לשחק - 12 שעות השהות שלו במערכות נגמרו.
  - לקוח נטש פעמיים ובנטישה שלישית יעזוב.
  - לקוח הגיע לסף הסבלנות שלו בתור לבידוק הביטחוני בכניסה לקזינו לפני שהגיע תורו להיבדק.
  - כאשר לקוח מפסיד במשחק הוא מחליט האם לעזוב או להישאר למשחק נוסף.
  - 9. נטישה - נטישה מוגדרת כעזיבת תור אשר תוביל לבדיקה מחודשת בהקשר של איזה משחק לשחק. המקרים שיובילו לנטישת התור הם:
  - במידה והלקוח בוחר לשחק במכונת המזל וכל 48 המכונות מקולקלות.
  - לקוח הגיע לסף הסבלנות שלו בתור לבידוק הביטחוני בכניסה לקזינו לפני שהגיע תורו להיבדק.
  - מכונת מזל מתקלקלת כאשר הלקוח ממתין בתור לשחק בה או תוך כדי משחק.
10. מד הסבלנות של לקוח בהמתנה בתור לכלל המשחקים הוא מתפלג אחידה בין  $\frac{[דקות] 25}{\text{מספר הפעמים שנטש} + 1}$  ועד

$$\frac{[דקות] 40}{\text{מספר הפעמים שנטש} + 1}$$

$$11. \text{ נרמול הנאה : } 1 - \frac{1}{\text{visitor enjoy}}$$

- 12. כשלקוח מגיע למכונת מזל הוא יעמוד בתור הקצר ביותר (מבין 48 התורים) בתנאי שהמכונה תקינה.
- 13. הנאת לקוח נעה בין 1-20. במידה והלקוח עובר אותה, ההנאה תקבע לפי הגבול הקרוב ביותר.
- 14. הוצאה לוגיסטית קבועה לשכירות השטח ותפעול הקזינו הינה 20000 ₪ לחודש.

### 3.3 ניתוח המצב הקיים :

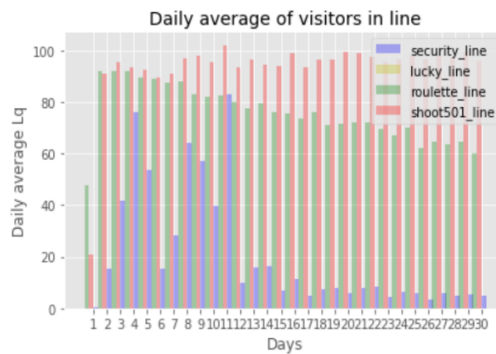
1. מדד כמות נוטשים יומית : תוצאות הסימולציה הניבו כי בשבוע הראשון ישנה עלייה חדה בכמות הנוטשים בכלל התורים השונים במערכת. בהמשך החודש ועד לסופו, נבחין כי הכמות היומית הממוצעת של הנוטשים במגמת ירידה מתונה והדרגתית. תוצאות אלו מתיישבות יחדיו כי כמות המבקרים בתחילת הסימולציה גבוהה למדי, ועל כן ניתן לצפות לנטישות רבות כבר בעמדתו של המאבטח.

2. מדד אורך תור יומי ממוצע (לפי 4 תורים) :

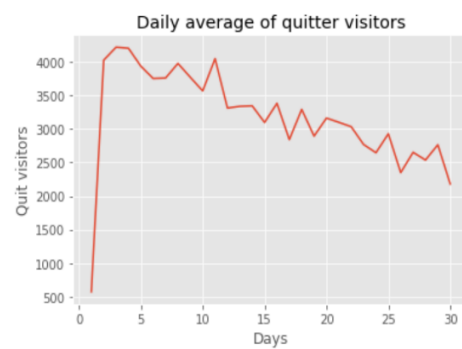
- תור בבידוק הביטחוני - בימים הראשונים ישנה מגמת עלייה ועומס יחסי על המאבטח, כתוצאה מהצטברות לקוחות היות ומשך הבידוק, נתון 30 שניות, גבוה מקצב ההגעה של הלקוחות על פי המידול שיצרנו (הגעה בהפרשים של 10 שניות). בשלב מאוחר יותר העומס משתחרר ופוחת.
- תור למשחק רולטה - קיימת מגמה זהה לתור הבידוק הביטחוני שמתחיל בעליה ויורד עד סוף החודש.
- תור למשחק למכונת מזל - נשים לב כי לא מצטבר תור כלל במכונת המזל לאורך ימי הסימולציה. ניתן להסביר זאת על פי העובדה כי קיימות 48 מכונות שונות, ולכן 48 תורים נפרדים שתורמים לפיזור הלקוחות בתורים השונים ומונעים היווצרות תור.
- תור למשחק קליעה למטרה (501) - ניתן לראות שישנה מגמת עליה בלבד והתור הולך וגדל לאורך ימי הסימולציה, כאשר הפיק המסיבי ביותר קורה בשבוע הראשון של הדגימה.

3. מדד למידת הנאה של פרט בקזינו כממוצע המבקרים : בימי הסימולציה הראשונים ניתן לראות ירידה בהנאת המבקרים, ככל הנראה מהצטברות התורים בראשית הסימולציה. מגמת עליה זו מתהפכת, והחל מהשבועות הבאים עולה בקצב כמעט לינארי כתוצאה מזכויות הלקוחות. מגמת העלייה הזו מתמידה עד סוף הסימולציה.

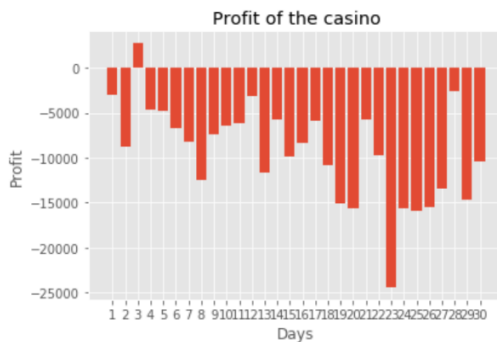
4. מדד הרווח של הקזינו : ניתן לראות כי ברוב ימי הסימולציה הרווח של הקזינו הינו שלילי. הגורם העיקרי המשפיע על רווח הקזינו הינו ההסתברות הגבוהה לניצחון עבור כל משחק.



גרף (2) –  
מדד  
אורך תור  
יומי  
ממוצע  
בקזינו



גרף (1) –  
מדד  
כמות  
נוטשים  
יומית  
בקזינו



גרף (4) –  
מדד  
הרווח  
היומי של  
הקזינו



גרף (3) –  
מדד  
ההנאה  
של פרט  
בקזינו  
כממוצע  
המבקר

#### 4. מסקנות

במהלך מידול הסימולציה שביצענו עמדנו במטרות הפרויקט שהצבנו בתחילת התהליך. בנינו מודל מלא של הסימולציה וחישבנו מדדים באמצעותם ניתחנו את המצב הקיים. הצלחנו לעמוד בשתיים ממטרות המערכת: לפי מדד כמות הנוטשים שהולך ודועך עם הזמן ומדד ההנאה העולה ניתן לראות כי הצלחנו להגביר את חווית הלקוחות בקזינו ולהאריך את זמן שהייתם של הלקוחות במתחם. מנגד, ישנן שתי מטרות שלא הצלחנו לממש. הקזינו מצוי בהפסדים לאורך מרבית ימי הסימולציה ולא הצלחנו לאזן בין הרווחים וההפסדים בטווח הקצר והארוך.

המערכת הנחקרת מדמה פרק זמן ארוך של חודש ימים. זמן זה מאפשר לראות בבירור את מגמת התנהלות של הלקוחות ואת מצב הקזינו. בנוסף, ביצענו את הסימולציה עם 10,000 אנשים - כמות גדולה ביחס לקזינו המכיל רק 3 סוגי משחקים. מסיבות אלו אנו חושבות כי ניתן לסתמך על המודל לקבלת ההחלטות האם לפתוח את הקזינו או לא.

המלצות כלליות לשיפור המודל:

על מנת להשיג את כל המטרות שהצבנו לעצמנו יש לבצע מספר שינויים במודל הקזינו אך מנגד לשמור על ההישגים הנוכחיים. הצעות ייעול אפשריות:

- שינוי הסתברויות ניצחון והפסד במשחקים - יש לשמור על רמת הסתברות אשר תאפשר לקזינו להרוויח אך באותה העת לאפשר ללקוחות לנצח על מנת לעלות את מידת ההנאה ולהבטיח את חזרתם העתידית.
- במצב הנוכחי הקזינו לא גובה דמי כניסה. ניתן לקחת מחיר סמלי מלקוחות רגילים על מנת לעלות את רווחי הקזינו. יש לבחור סכום שלא ירתיע את הלקוחות להגיע למתחם. בנוסף, ללקוח רגיל המגיע בתדירות גבוהה יתאפשר להפוך ללקוח VIP מה שיחסוך ממנו את דמי הכניסה בעת הגעתו (המרובה) לקזינו, אך יגרום לקזינו להגדיל את רווחיו ע"י תשלום כפול בעת תחילת משחק.
- מדד אורך התור הוא מרכיב משמעותי במדד הרווח. יש לשקול האם משתלם לקזינו להוציא כסף על מכונות נוספות על מנת להקטין את מידת התור שמצטבר וכך גם להקטין את כמות הנוטשים.
- ניתן להוסיף לקזינו עמדות שירותיות נוספות כגון עמדות בר ומזון על מנת למקסם את זמן שהות של המבקרים בקזינו ולהגיד את הרווחים.

**נספחים:****נספח א': משחק בחירה – קליעה למטרה (501)**

מאפיין	משחק קליעה למטרה (501)
משך השהות (שניות)	אחד בין 180 ל 240
ערך הזכייה (₪)	0 נקודות – 60 ₪ 1 נקודות – 20 ₪ 2 נקודות – 15 ₪ 3 נקודות – 10 ₪ 4 נקודות – 5 ₪ 5 נקודות ומעלה – 0 ₪
סכום הימור במשחק (VIP משלם כפול)	5 ₪
תרומת למידת ההנאה מהקזינו	$0.1 * (4 - x)$ בעת זכייה $-0.01 * (4 - x)$ בעת הפסד כאשר $x = (1, 2, 3)$ הינו מספר החצים שהלקוח זרק
תרומה לחיבת המשחק בעת זכייה/הפסד	$0.5 * (4 - x)$ בעת זכייה $-0.05 * (4 - x)$ בעת הפסד כאשר $x = (1, 2, 3)$ הינו מספר החצים שהלקוח זרק
קיבולת	10 מושבים
מספר אנשי צוות נדרשים	עובד אחד

**חוקי המשחק:**

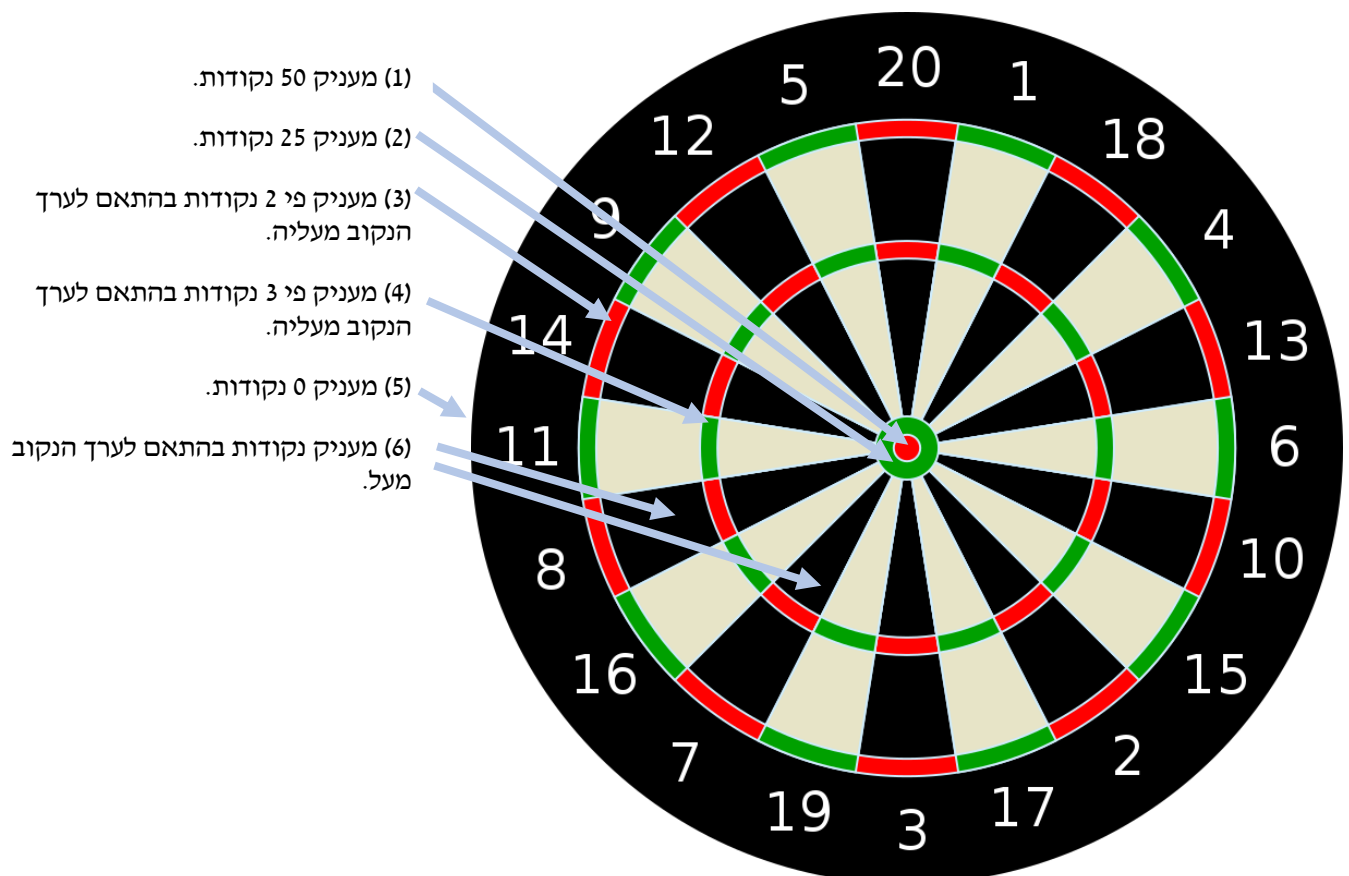
משחק בו כל שחקן מקבל 501 נקודות כאשר המטרה היא להיפטר מכל הנקודות, כאשר הראשון שמגיע ל-0 נקודות הוא השחקן המנצח. השחקן מטיל את החיצים על הלוח וסופרים את הנקודות שנצברו לו. שחקן שפוגע במספר גדול מידי של נקודות ועובר את ה-0 מקבל עונש וחוזר למספר הנקודות שהיה לו בתור שלפני.

חריגות מחוקי המשחק המקורי:

- כל שחקן מקבל 60 נקודות התחלתיות.
- כל שחקן מקבל שלושה חצים בלבד למשחק כאשר אינו מחויב להשתמש בכולם. במידה והשחקן מגיע ל-0 נקודות לפני שסיים את מכסת החצים יכול להפסיק את המשחק.
- כאשר השחקן עובר את רף ה-0 נקודות, כלומר מגיע למספר שלילי, מספר הנקודות השליליות שהגיע אליו יקבלו ערך חיובי (לדוגמא שחקן שהתחיל את התור עם 5 נקודות ופגע במספר 8 יישאר בסוף התור עם 3 נקודות).

הסתברויות פגיעה וכמות הנקודות שיקבל בהתאם למיקום הפגיעה:

- (1) 1% סיכוי לפגוע בנקודה האדומה האמצעית מעניק 50 נקודות.
- (2) 4% סיכוי לפגוע בטבעת הירוקה האמצעית (המקיפה את הנקודה האמצעית) מעניק 25 נקודות.
- (3) 10% סיכוי לפגוע בטבעת החיצונית מעניק פי 2 נקודות בהתאם לערך הנקוב מעליה.
- (4) 10% סיכוי לפגוע בטבעת הפנימית מעניק פי 3 נקודות בהתאם לערך הנקוב מעליה.
- (5) 25% סיכוי לפספוס הלוח מעניק 0 נקודות.
- (6) 50% סיכוי לפגוע ב"סלוט" מעניק נקודות בהתאם לערך הנקוב מעל.



נספח ב': מדדים כמותיים

1. מדד כמות נוטשים יומית:

מטרת המדד לבדוק כמה אנשים נטשו את המערכת בכל יום. נטישה מוגדרת לפי הנחה (9). כל נטישה מתווספת לערך הצובר את כלל הנטישות באותו היום. לאחר כל 24 שעות, ערך זה מתווסף לרשימה המחזיקה את כמות הנטישות לאורך כל ימי סימולציה. הערך הצובר מתאפס ומתחילה צבירה חדשה של הנתונים.

2. מדד אורך תור יומי ממוצע:

מטרת המדד לבדוק את מספר הלקוחות לאורך ימי הסימולציה בארבעה תורים שונים: תור בידוק בכניסה לקזינו, תור למשחק הרולטה, תור למשחק מכונת המזל ותור למשחק קליעה למטרה (501). החלטנו לפצל את התורים על מנת שנוכל לנתח כל תור בנפרד ולראות כיצד הנתונים משפיעים על הלקוחות. בכל הגעה של לקוח לתור, מספר הלקוחות הנמצאים באותו הרגע בתור, מתווסף לרשימה המיועדת לתור. כל 24 שעות- נסכום את כמות האנשים בתור לאורך היום ונחלק באורך הרשימה המייצגת את מספר הדגימות שבוצעו לאותו היום. תוצאה זו תביא אותנו לערך היומי הממוצע של מספר הממתנים בתור.

3. מדד למידת הנאה של פרט בקזינו:

לכל לקוח מידת הנאה (visitor enjoy) ראשונית איתה הוא מגיע לקזינו לראשונה שערכה 10.

מידת הנאה זו מצטברת בכל ביקוריו לפי הנחה (13). לפני כל עזיבת לקוח את הקזינו מדד ההנאה שלו מחושב ומוכנס לרשימה day enjoy פר לקוח שמחולקת לפי 30 ימים של הסימולציה. רשימה זו מתעדכנת רק כאשר לקוח מגיע לקזינו, במידה ולא ביקר בקזינו יום אחד הערך שיוכנס לרשימה זהה ליום האחרון בו ביקר. המדד מחושב לפי:

1. במידה וזהו היום הראשון בסימולציה המדד נקבע לפי  $\frac{visitor\ enjoy}{10}$ . מכיוון וזהו היום הראשון

בסימולציה לא ניתן להשוות אותו לימים הקודמים. נרצה לנרמל את ערך המדד ביחס לערכו הראשוני ולכן חילקנו ב 10. את הערך שנקבל נכניס לרשימת day enjoy בתא הראשון.

2. במידה וזהו היום השני בסימולציה המדד נקבע לפי  $\frac{visitor\ enjoy}{day\ enjoy(previous\ day)*10}$

כלומר נרצה לראות את היחס בין ההנאה ביום השני לעומת ההנאה ביום הראשון ונכניס ערך זה בתא השני ברשימה.

3. עבור ימי הסימולציה הבאים המדד נקבע לפי  $\frac{visitor\ enjoy}{sum[day\ enjoy(two\ previous\ day)]*5}$

כלומר נרצה לראות את היחס בין ההנאה ביום הנוכחי לעומת ממוצע היומיים הקודמים לאותו לקוח.

בסוף הסימולציה ישנה רשימה שמכילה את המדד של כל לקוח לאורך 30 יום. המדד הכללי מחשב את ההנאה הכוללת של כלל הלקוחות לאורך ימי הסימולציה:

בכל יום, נבדוק לכל לקוח אם הערך ברשימה day enjoy שונה מהערך ביום הקודם.

במידה והערך שונה, אדם זה ביקר ביום הנוכחי בקזינו. נוסיף את ערך המדד של אדם זה לערך ההנאה המצטברת של הקזינו. במידה ולא, נמשיך לבדוק את הלקוח הבא. לאחר שנעבור על כלל הלקוחות באותו היום, נחלק את סכום ההנאה שצברנו בכמות האנשים שהיו בקזינו באותו היום.



4. מדד רווח כולל יומי לקזינו : מדד המחשב את הרווח (החיובי או השלילי) של הקזינו על פני כל ימי הסימולציה. על פי המודל שיצרנו, מדד זה בנוי מרווח לטווח הקצר, והן רווח לטווח הארוך הנקבעים לפי המפורט בטבלה.

רווח לטווח הארוך	רווח לטווח הקצר	
<p>במידה וסכום ארבעת התורים קטן או שווה ל 50 הקזינו ירוויח 1 ₪ על סכום המדד אורך תור יומי ממוצע.</p> <p>במידה וממד ההנאה הכולל גבוה ממידת ההנאה ביום הקודם ערך המדד יועלה בריבוע ויתרום לרווח של הקזינו.</p>	<p>הכסף שהלקוחות משקיעים במשחקים השונים בקזינו.</p>	<b>הכנסות יומיות</b>
<p>כל לקוח שנוטש את המערכת מקטין את הסיכוי לחזרה עתידית. כל נוטש מוריד כ 0.5 ₪ מהרווח הכולל של הקזינו.</p>	<p>הכסף שהלקוחות זוכים בו בעת ניצחון במשחק.</p>	
<p>במידה וסכום ארבעת התורים גדול מ 50 הקזינו יפסיד 1 ₪ על סכום המדד אורך תור יומי ממוצע.</p>	<p>שכר עובדי עמדות המשחקים והמאבטח ל 24 שעות.</p>	<b>הוצאות יומיות</b>
<p>במידה וממד ההנאה הכולל נמוך ממידת ההנאה ביום הקודם ערך המדד יוכפל ב 4 ויפחית מרווח הקזינו.</p>	<p>תשלום על תיקון מכונת מזל מקולקלת (חלוקת סכום חודשי ב 30 יום).</p>	
	<p>הוצאות לוגיסטיות קבועות לשכירות אולם הקזינו ותפעולו (חלוקת סכום חודשי ב 30 יום).</p>	

נספח ג': תיאור הקוד

class Visitor(): מחלקה זו מאתחלת את התכונות הבסיסיות של כל לקוח אשר מגיע לקזינו.

class Machine(): מחלקה זו מאתחלת את התכונות הבסיסיות של מכונת משחק מזל. בנוסף, מוגדרת שם מכונה כמשאב עם קיבולת אחת.

class Simulation(): המחלקה הראשית אשר מכילה את כלל הפונקציות.

def \_\_init\_\_(): בפונקציה זו יצרנו רשימה של כמות המבקרים בקזינו וכמות מכונות המזל, הגדרנו את המשחקים כמשאבים בעלי קיבולת והגדרנו משתנים נוספים על פי הצורך.

def initial\_broken(): פונקציה זו מאתחלת את תהליך התקלקלות מכונות המזל. הפונקציה רצה על כל המכונות במערכת ושולחת כל אחת בהפרש של 2 שניות מהקודמת אל פונקציית קלקול המכונה.

def broken\_machine(): פונקציה זו דוגמת מהתפלגות מערכית עם תוחלת של שבוע ימים את זמן קלקול המכונה ומקלקלת את המכונה כשזמן זה מגיע בשעון הסימולציה. בנוסף, מתבצעת בדיקה אם בזמן קלקול המכונה יש בה שימוש-במידה וכן-תהליך המשחק יופרע ויופסק והלקוח יטופל בהתאם. בדיקה נוספת שמתבצעת היא האם יש תור למכונה המתקלקלת-במידה וכן-תהליך התור יופסק והלקוחות אשר המתינו בתור יטופלו בהתאם.

def fix\_machine(): פונקציה זו דוגמת מהתפלגות משולשית את הזמן בו המכונה תתוקן ומחזיקה את המכונה מקולקלת עד זמן זה. לאחר מכן המכונה תתוקן ונשלחת לקלקול חוזר.

def initial\_arrival(): פונקציה זו מאתחלת את תהליך הגעת הלקוחות לקזינו. הפונקציה רצה על כל הלקוחות במערכת ושולחת כל לקוח בהפרש של 10 שניות מהלקוח שלפניו אל פונקציית הגעת לקוח.

def line\_security(): לקוח מפעיל פונקציה זו כאשר מגיע לקזינו ומעוניין לקבל שירות מהמשאב- איש בידוק בטחוני. הלקוח יוחזק בתור כניסה עד אשר המשאב יתפנה עבורו ויעניק לו את השירות המבוקש.

def visiter\_arrival(): לפונקציה זו מגיע לקוח לראשונה מפונקציית initial\_arrival() ולאחר מכן אחרי כל העזיב שלו את הקזינו. פונקציה זו מחולקת לשני חלקים: להגעה ראשונה של הלקוח ולהגעות החוזרות שלו.

הגעה ראשונה - הזמן עד להגעה הראשונה מתפלג מערכית עם תוחלת של 72 שעות. לאחר מכן עובר תהליך כניסה בהתאם לסיווג שלו(רגיל או VIP). לכל לקוח נדגם סכום הכסף איתו הוא מגיע לקזינו מהתפלגות נורמלית אשר מקבל ערכים בהתאם לסיווג הלקוח. בנוסף מעדכנים משתנים רלוונטיים אצל הלקוח ובמערכת הסימולציה. לקוח VIP נכנס ישירות לקזינו ללא צורך בבידוק בטחוני ולקוח רגיל נעמד בתור לבידוק בטחוני. כעת מתרחשים 2 תהליכים במקביל: מופעלת פונקציית line\_security() והחזקת מד הסבלנות של הלקוח. במידה ותהליך ההמתנה בתור מסתיים קודם, נבדק הלקוח במשך כ 30 שניות ולאחר מכן נכנס לקזינו ונשלח לפונקציית check\_money(). אם מד הסבלנות נגמר קודם נוטש המבקר את התור.

הגעות חוזרות - התהליך זהה להגעה הראשונית אך ההתפלגויות מקבלות ערכים שונים בהתאם להנחה (4).

def check\_money(): לפונקציה זו נשלח כל לקוח לפני תחילת כל משחק. תחילה הפונקציה בודקת אם ישנו משחק שמד החיבה שלו גבוה מ 5 ואם כן משנה ל 5 שזהו המקסימום של מד החיבה. במידה ומד

החיבה נמוך מ 1 מעדכנת את הערך להיות 1- המינימום של מד החיבה. לאחר מכן בודקת את סכום הכסף הנוכחי שיש ללקוח ושולחת אותו למשחקים הרלוונטיים עליהם הלקוח יכול לשלם לפי יחס החיבה של המשחק מול שאר המשחקים.

`def check_play_roulette()` : כאשר לקוח מעוניין לשחק ברולטה הוא מגיע לפונקציה זו על מנת לבדוק האם נשאר לו די זמן ושהוא לא חורג מ12 שעות השהות שמוקצבות לו בקזינו. הבדיקה מתבצעת לפי הנחה (7).

`def check_play_lucky()` : כאשר לקוח מעוניין לשחק במכונת מזל הוא מגיע לפונקציה זו. תחילה הפונקציה בודקת אם ישנה מכונה תקינה. במידה וכל המכונות מקולקלות הלקוח ינטוש את התור. אחרת הפונקציה תבדוק האם נשאר לו די זמן לשחק ושהוא לא חורג מ12 שעות השהות שמוקצבות לו בקזינו. הבדיקה מתבצעת לפי הנחה (7).

`def check_play_shoot501()` : כאשר לקוח מעוניין לשחק בקליעה למטרה(501) הוא מגיע לפונקציה זו על מנת לבדוק האם נשאר לו די זמן ושהוא לא חורג מ12 שעות השהות שמוקצבות לו בקזינו. הבדיקה מתבצעת לפי הנחה (7).

`def line_roulette()` : לקוח מפעיל פונקציה זו כאשר רוצה לשחק ברולטה ומעוניין לקבל שירות מהמשאב-משחק הרולטה. הלקוח יוחזק בתור כניסה עד אשר המשאב יתפנה עבורו ויעניק לו את השירות המבוקש.

`def line_lucky()` : לקוח מפעיל פונקציה זו כאשר רוצה לשחק במכונת המזל ומעוניין לקבל שירות מהמשאב-מכונת המזל. הלקוח יוחזק בתור כניסה עד אשר המשאב יתפנה עבורו ויעניק לו את השירות המבוקש. במידה והמכונה תתקלקל תוך כדי המתנת הלקוח הוא ינטוש את התור.

`def line_shoot501()` : לקוח מפעיל פונקציה זו כאשר רוצה לשחק בקליעה למטרה(501) ומעוניין לקבל שירות מהמשאב-משחק הקליעה למטרה(501). הלקוח יוחזק בתור כניסה עד אשר המשאב יתפנה עבורו ויעניק לו את השירות המבוקש.

`def play_roulette()` : לקוח מגיע לפונקציה לאחר שבחר לשחק במשחק הרולטה. הפונקציה דוגמת את זמן הסבלנות של הלקוח בהתאם להנחה (10).

הפונקציה בודקת איזה תהליך התרחש קודם – נגמר זמן הסבלנות או מסתיים תהליך ההמתנה לתור בפונקציית `line_roulette()`. אם תהליך הסבלנות התרחש קודם - הלקוח יוצא מהתור ונשלח לפונקציית `quit_game()`. אם הלקוח קיבל את המשאב של משחק הרולטה הוא מתחיל לשחק לפי החוקים הנתונים. במידה והלקוח מנצח הוא נשלח לפונקציית `check_money()`. אם הלקוח מפסיד - עובר לפונקציה `check_if_stay()`. כמו כן בשני המקרים מתעדכנים מדדים בהתאם.

`def play_lucky()` : לקוח מגיע לפונקציה לאחר שבחר לשחק במשחק מכונת המזל. הפונקציה דוגמת את זמן הסבלנות של הלקוח בהתאם להנחה (10).

הפונקציה בודקת איזה תהליך התרחש קודם – נגמר זמן הסבלנות או מסתיים תהליך ההמתנה לתור בפונקציית `line_lucky()`. אם תהליך הסבלנות התרחש קודם - הלקוח יוצא מהתור ונשלח לפונקציית `quit_game()`. אם הלקוח מקבל את משאב המשחק הוא נשלח לפונקציית `time_to_play_lucky()`. לאחר שסיים לשחק, הוא מוחזר לפונקציה זו. במידה והלקוח מנצח הוא נשלח לפונקציית `check_money()`. אם הלקוח מפסיד - עובר לפונקציה `check_if_stay()`.

`def time_to_play_lucky()` : לפונקציה זו מגיע לקוח על מנת לשחק. בפונקציה קיים מידול מלא של המשחק עם כל החוקים הנתונים. כמו כן, קיימת הקפצת שגיאה במידה ויש הפרעה למשחק בעקבות מכונה שמתקלקלת. בסוף המשחק מתעדכנים מדדים בהתאם.

`def play_shoot501()` : לקוח מגיע לפונקציה לאחר שבחר לשחק במשחק קליעה למטרה (501). הפונקציה דוגמת את זמן הסבלנות של הלקוח בהתאם להנחה (10). הפונקציה בודקת איזה תהליך התרחש קודם – נגמר זמן הסבלנות או מסתיים תהליך ההמתנה לתור בפונקציית `line_shoot501()`. אם תהליך הסבלנות התרחש קודם – הלקוח יוצא מהתור ונשלח לפונקציית `quit_game()`. אם הלקוח קיבל את המשאב של משחק קליעה למטרה (501) הוא מתחיל לשחק לפי החוקים שהוגדרו במסמך. במידה והלקוח מנצח הוא נשלח לפונקציית `check_money()`. אם הלקוח מפסיד – עובר לפונקציה `check_if_stay()`. כמו כן בשני המקרים מתעדכנים מדדים בהתאם.

`def check_if_stay()` : לפונקציה מגיע כל לוקח לאחר שהפסיד במשחק. הפונקציה בודקת אם הלקוח יבחר להישאר או לעזוב בהתאם לנוסחה שנתונה. הפונקציה מנרמלת את ההנאה הנוכחית של הלקוח לפי הנחה (11). הפונקציה בודקת כמה זמן הלקוח כבר נמצא בקזינו ובודקת לפי ההסתברות איך יפעל הלקוח. במידה והלקוח נשאר הוא נשלח לפונקציית `check_money()`. אם הלקוח עוזב – עובר לפונקציה `leaving()`.

`def quit_game()` : לפונקציה מגיע כל לקוח שעזב את התור למשחק בגלל מד הסבלנות שלו. הפונקציה מעדכנת את מספר הפעמים שהלקוח נטש באותו ביקור. במידה והלקוח עזב עד שלוש פעמים – ישלח לפונקציה `check_money()`. במידה ועזב שלוש פעמים יעזוב את הקזינו ויעבור לפונקציה `leaving()`.

`def leaving()` : לפונקציה זו מגיע כל לקוח רגע לפני שעוזב את הקזינו. הפונקציה מעדכנת את המשתנים הרלוונטיים של המבקר. הפונקציה דוגמת ללקוח זמן הגעה חדש בהתאם להנחה (4) ושולחת אותו חזרה לפונקציה `visiter_arrival()`.

`def daily_quits_amount()` : הפונקציה מעדכנת כל 24 שעות רשימה שמכילה כמה אנשים נטשו את הקזינו לפי הגדרת נטישה בהנחה (9) באותו היום.

`def average_daily_Lq()` : הפונקציה מעדכנת כל 24 שעות רשימת תורים : לתור בכניסה ולשלושת המשחקים. ברשימות מופיע כמה אנשים חיכו בממוצע בתור לאורך כל יום בסימולציה בהתאם למדד אורך תור יומי ממוצע שהוגדר במסמך.

`def daily_total_enjoy()` : הפונקציה מעדכנת כל 24 שעות רשימה שמכילה את ההנאה של כלל האנשים שנכנסו באותו יום לקזינו בהתאם למדד הנאה שהוגדר במסמך.

`def profit_casino()` : הפונקציה מעדכנת כל 24 שעות רשימה שמכילה את הרווח של הקזינו לכל יום בהתאם למדד הרווח שהוגדר במסמך.

