



המכללה האקדמית הדסה ירושלים
Hadassah Academic College Jerusalem

החוג למדעי המחשב

משחק אסטרטגיה מרובה משתתפים בזמן אמת

ASSEMBLE Z' ARMY



שמות המגישים: אלישר פייג (efeig15@gmail.com)

שמשון פולק (shimpolak@gmail.com)

מנחה: אסף וינרב

יולי 2022

משחקי מחשב הם מדיום חדש יחסית של אמנות ופנאי. משחק מחשב הוא תכנת מחשב המהווה משחק, ובה מתקיימת אינטראקציה תמידית עם המשתמש בה (השחקן), כאשר התכנה מגיבה לפעולותיו. משחקי המחשב מחולקים לז'אנרים שונים וביניהם משחקי אסטרטגיה בזמן אמת המכונים RTS (Real-Time Strategy) - באלו השחקן מקבל הדמיה של מפה של שדה קרב, ועליו לנהל את חייליו, ולעיתים גם משאבים ומחנה צבאי, ברחבי המפה וכנגד אויביו. משחקי RTS הם משחקי אסטרטגיה המתרחשים ברציפות, ועל השחקן לנהל את חייליו כנגד הזמן שעובר, בניגוד למשחקי אסטרטגיה מבוססי תורות.

יצרנו משחק אסטרטגיה מקורי אשר ניתן לשחק בו עד 4 שחקנים בזמן אמת ברשת. מטרת המשחק היא לתכנן אסטרטגיית קרב לקראת מלחמה בשלב הסופי תוך ניהול משאבים מוקצבים וטקטיקת משחק, והתמודדות מול לחץ הזמן.

תוכן עניינים

2	..... תקציר
4	..... רשימת איורים
5	..... רשימת טבלאות
5	..... רקע
5	..... מוטיבציה
5	..... הגדרת הבעיה
5	..... רקע על משחקים קיימים
6	..... חסרונות המשחקים הקיימים
6	..... מטרה
7	..... פירוט הדרישות
7	..... קהל היעד
7	..... מבנה הפתרון
7	..... טכנולוגיות
7	..... Unity
7	..... Mirror
8	..... ניהול התקשורת
8	..... ניהול היחידות
8	..... לוגיקת המשחק
10	..... שימוש ב Steam
11	..... זרימת המשחק
11	..... מסך פתיחה
11	..... מסך התחברות – באמצעות Mirror
12	..... מסך התחברות – דרך Steam
12	..... מסך הלובי
13	..... שלב הבניה
13	..... שלב ההכשרה
13	..... שלב המלחמה
14	..... מסך סיום
14	..... קשיים ומורכבויות
15	..... התמודדות עם הקשיים
16	..... תוצאות
16	..... המטרות שהוצבו
16	..... הביצוע בפועל
16	..... משובים
18	..... בדיקות המערכת
18	..... הבדיקות שבוצעו

18	..... מדידת ביצועי המערכת והשוואה למשחקים קיימים
19	..... שליטה במשחק
20	..... סיכום
20	..... מסקנות/תובנות
20	..... שיפורים ותוכניות לעתיד
21	..... ביבליוגרפיה
21	..... נספחים
21	..... הפעלת התוכנה
21	..... סרטון הדגמה

רשימת איורים

10	..... איור 1 - ה מסלוליכשרת ליחידות
11	..... איור 2 – מסך פתיחה
12	..... איור 3 – מסך התחברות Mirror
12	..... איור 4 – מסך התחברות Steam
13	..... איור 5 – מסך המתנה (הלובי)
13	..... איור 6 – שלב הבנייה: בנייה של 3 בניינים שונים
13	..... איור 7 – שלב הבנייה: הורדה של בניין
13	..... איור 8 – שלב ההכשרה: חלק מן המגויסים עברו הכשרה
13	..... איור 9 – שלב ההכשרה: המגויסים לפני ההכשרה
14	..... איור 10 - התחלת תקיפה
14	..... איור 11 - הכנה להתקפה
14	..... איור 12 - התקפה
14	..... איור 13 – מסך סיום
17	..... איור 14 – תוצאות שאלה 1 במשוב
17	..... איור 15 – תוצאות שאלה 2 במשוב
17	..... איור 16- תוצאות שאלה 3 במשוב
17	..... איור 17 - תוצאות שאלה 4 במשוב
17	..... איור 18 - תוצאות שאלה 5 במשוב
17	..... איור 19 - תוצאות שאלה 6 במשוב
18	..... איור 20 - מצב המחשב בהרצת המשחק שלנו
19	..... איור 21 - משחק בהרצת המחשב מצב קיים
19	..... איור 22 - פעולות הניתנות באמצעות העכבר
19	..... איור 23 - פעולות באמצעות המקלדת

רשימת טבלאות

טבלה 1 – מחירי הבניינים השונים	10
טבלה 2 – עלויות הכשרה	10

רקע מוטיבציה

משחקי RTS הם לרוב משחקים מורכבים הדורשים שעות רבות של משחק לצורך הבנתו והתנהלות נכונה בו. מורכבות זו מתאימה לרוב לשחקנים מנוסים (גיימרים) אשר מסוגלים מתוך היכרות עם משחקים קודמים להבין את מבנה המשחק במהירות. בנוסף דרישות המעבד והמסך הגרפי עבור משחקים אלו הן גבוהות.

בהתאם לזאת, רצינו ליצור משחק אסטרטגיה בזמן אמת המותאם לכלל האוכלוסיות השונות. משחק אשר יהיה פשוט להבנה וללמידה, אשר יעודד חשיבה אסטרטגית לטווח הרחוק. מבנה המשחק יהיה מקורי בשונה ממתכונת המשחקים הקיימים בשוק – יפורט בהמשך. דרישות החומרה יהיו סטנדרטיות ובסיסיות והמשחק יהיה נגיש לכול.

הגדרת הבעיה

רקע על משחקים קיימים

סקר שוק:

רעיון המשחק הינו מקורי אבל כפי שהוזכר, הוא יכול מספר אלמנטים מוכרים ממשחקים פופולריים שונים שהצליחו מאוד מסחרית.

נציג מספר משחקים מוצלחים בז'אנר שמכילים את עיקרון המשחקיות שאנחנו רוצים לבצע, אבל הם עדיין שונים במספר היבטים:

- **Total War** - סדרת המשחקים מהמוצלחים בז'אנר שמכר למעלה מ-36 מיליון עותקים (נכון לאפריל 2021). המשחק כולל מספר מצבים שונים, אבל בין הבולטים בו הוא מצב לחימה בזמן אמת של צבא נגד צבא(או צבאות), כאשר בזמן הלחימה לא ניתן לבנות בניינים.
- **Mount And Blade** - הינו גם כן עם שלל מצבי משחק שונים וכמובן מצב קרב בין צבאות גדולים שמתרחש כאשר השחקן שותף מלא גם בניהול ובלחימה הפיזית עם

כוחותיו. המשחק אינו נחשב ל-RTS אבל מכיל מספר אלמנטים שקשורים לניהול צבא ואסטרטגיה.

- **Age Of Empires** – מהמשחקים הקלאסיים והמוכרים ביותר בז'אנר, שבו גם כן ניתן לנהל צבאות שונים במשחק, אבל בנוסף ישנו דגש חזק על ניהול משאבים ובניית המבנים במקביל.

סרונות המשחקים הקיימים

סרונות – Total War:

דרישות מערכת מאוד כבדות מבחינת מעבד וכרטיס מסך הנדרשים להריצו, והמשחקיות מאוד מורכבת ומכוונת לקהל יותר מנוסה.

סרונות - Mount And Blade:

בדומה למשחק הקודם שהזכרנו, מורכב למדי ומכוון לקהל מנוסה, לא ניתן לשחק נגד שחקנים אחרים ברשת עם צבאות גדולים כמו שמתאפשר כשחקן יחיד וקשה מאוד לנהל את הצבא נקודת מבט של הדמות בשטח ולא מבט מלמעלה על פני המפה.

סרונות - Age Of Empires:

המשחק אומנם פשוט יותר מהמשחקים הקודמים, אך גם כאן יש הרבה מושגים שצריך להכיר על היחידות השונות וישנו דגש על ניהול משאבים ופחות על אסטרטגיה קרב ותכנון לטווח הרחוק.

מבין המשחקים שהצגנו, ראינו כי עבור כולם יש ניהול צבאות אחד נגד השני, אבל עם אופי משותף של מורכבות מסוימת, כלומר לשבת ולשחק את המשחק שעות רבות ואף ימים שלמים לצורך הבנת המשחק וחוקיו, אשר מהווה חסם וקושי עבור הקהל הרחב. במשחק שלנו נרצה להוריד את החסם הזה ולעשות את המשחק נגיש לכמה שיותר שחקנים הן מבחינת החומרה הנדרשת, והן מבחינת המורכבות של המשחקיות. עניין נוסף שהמשחק בא לחדש, הוא שבשאר המשחקים השחקן יכול להחליט מתי לפעול, ואילו אצלינו הוא תלוי בשלבי המשחק עם כוחות מאוזנים בין השחקנים האחרים.

מטרה

מטרת הפרויקט היא ליצור משחק אסטרטגיה בזמן אמת אשר מותאם לכלל האוכלוסיות השונות ולא רק לגימרים. המטרה היא להתבסס על השראות ממשחקים קיימים ולהנגיש את הקונספט לקהל הרחב כך שלא ידרשו לבלות שעות רבות להבנת המשחק ושליטה בו. בנוסף מהלך המשחק הוא יחסית קצר וניתן להריץ משחק בין חברים או משפחה לפרק זמן קצר –

לרוב האנשים אין את הזמן או החשק למשחקים ארוכי טווח ומורכבים. יתרה מזאת המשחק מעודד חשיבה אסטרטגית ושיפור היכולות בין הרצה להרצה בדומה למשחקים קיימים מבחינת ניהול חכם של המשאבים ואסטרטגיית הלחימה. המשחק יהיה נעים וידידותי למשתמש הן מבחינת הדרישות והן מבחינת התצוגה.

פירוט הדרישות

- המערכת תמוקם בתוך הספרייה של Steam
- המשתמשים יצטרכו להיות חברים אחד של השני בחשבונות ה- Steam
- אחד מן המשתתפים במשחק יצטרך לארח את המשחק ואחרים יצטרכו להצטרף ללובי
- המערכת תידרש לעכבר לצורך ניווט במשחק
- המערכת תרוץ על מחשב עם נתונים סטנדרטים (i3 ומעלה ומסך גרפי בסיסי)
- המערכת תצטרך חיבור לאינטרנט לאורך המשחק
- המערכת תנהל את המשחק בצד שרת (מארח המשחק)

קהל היעד

כפי שציינו, קהל היעד הוא כלל האוכלוסייה, גם ילדים ומבוגרים אשר אינם רגילים למשחקי אסטרטגיה בזמן אמת אך עם ידע בסיסי במשחקים עם גישה למחשב סטנדרטי וגם עבור הגיימרים שחובבים משחקי אסטרטגיה בזמן אמת, ומחפשים משחק קליל וקצר.

מבנה הפתרון

טכנולוגיות

Unity

שימוש במנוע גרפי Unity בשביל פיתוח המשחק עם שילוב שפת הפיתוח C# כדי לממש את ההיבט הגרפי והתכנותי הנדרש למימוש עיקרי.

Mirror

ספרייה למימוש התקשורת בין השחקנים בצורה פשוטה מבלי שנזדקק להיכנס לעומק הדברים כגון פרוטוקולים וכתובות IP .

הסיפרייה מספקת אנוטציות (Annotation) שונות ניתן להשתמש בהם מעל פונקציות ומשתנים שונים בהתאם לדרישה. כמו כן בספרייה קיימים event-ים שונים

שמאפשרים ביצוע פעולות רלוונטיות במקרים שונים במשחק כמו למשל זיהוי של שחקן חדש שהצטרף למשחק.

נציג מושגים עיקריים בהם נעשה שימוש:

[Command] – אנוטציה המאפשרת לקרוא לפונקציה רק בצד שרת מבלי שהלקוח יוכל לגשת אליו.

[ClientRPC] – אנוטציה המאפשרת לעשות קריאה של פונקציה מצד השרת, אל כל הלקוחות השונים המחוברים אליה.

[SyncVar] – אנוטציה המאפשרת לסמן משתנים בצורה כזאת מסונכרנת בין כל המשתתפים בה בזמן אמת.

ניהול התקשורת

עיקר התקשורת מנוהלת על ידי מחלקת RTSNetworkManager שיושט מ NetworkManager , אשר עושה את רוב העבודה הקשורים לחיבור לרשת, עם מימושים שלנו בנוסף.

התקשורת נעשית באמצעות שרת שהוא גם לקוח המארח את המשחק וגם משתתף בו. הלקוחות השונים יכולים להתחבר לאותו שרת אם קיים בידיהם חשבון steam ואת הפרופיל steam של המארח בשרת.

תפקיד השרת בנוסף לניהול המשחק הוא ניהול הלוגיקה העיקרית של מהלך המשחק ולוודא שפקודות מסוימות מנוהלות אך ורק על ידיו כמו למשל תזוזת החיילים ושלא נעשות פקודות לא חוקיות כמו יצירה אינסופית של חיילים או פקודות לא תקינות אחרות.

ניהול היחידות

במשחק כדי לפקוד על יחידות שונות, עלינו לבחור אותם באמצעות גרירת העכבר מחשב ולאחר מכן יהיה ניתן לפקד עליהם. הפקודות השונות נעשות בהתאם ליחידה ולשלב המשחק. למשל על עובד שנבחר ניתן לפקוד לבנות את הבניין או ללכת למקומות השונים.

ניהול היחידות נעשה באמצעות מחלקת RTSController שבהתאם לפקודה הרלוונטית נשלחת בקשה לשרת לבצע את הדברים.

לוגיקת המשחק

המשחק מחולק כרגע לשלושה שלבים שונים שהמטרה הסופית היא לנצח את החיילים של היריבים האחרים בשלב האחרון.

תיאור השלבים:

שלב הבניה:

בשלב זה השחקן נדרש לבנות בניינים שונים אשר באמצעותם יוכל להכשיר את היחידות השונות בשלב הבא, תפריט הבניינים מופיע בצידו הימני של המסך כאשר על כל בניין ניתן לראות את שם הבניין ואת המחיר שלו, בסוף השלב התפריט נעלם. לא ניתן להניח את הבניינים אחד מעל השני. השחקן מקבל כ-5 עובדים כאשר כל עובד יכול לבנות את הבניינים השונים שהשחקן הציב במפה. במידה והוא הניח בניין אך לא בנה אותו בעזרת העובד – הוא לא יוכל להכשיר יחידות דרך הבניין הנ"ל.

שלב הכשרה:

השחקן מקבל כמות מסוימת של מגויסים שאותם יכשיר בין הבניינים השונים - אשר בנה בשלב הקודם - בהתאם לאסטרטגיה אותה ירצה לממש (גם כאן יהיה ניתן להיעזר בדיאגרמה של ההכשרות). עבור כל הכשרת חייל תהיה עלות קבועה של משאבים בהתאם לבניין הכשרה (מתואר עלויות בטבלה). כמות המשאבים תהיה בהתאם לכמות ששמר מהשלב הקודם. הכשרת יחידה דרך בניין מסוים תתאפשר אך ורק אם היחידה עברה את ההכשרות הנדרשות בכדי לעבור בבניין ואם יש מספיק משאבים להכשיר את היחידה הזו.

שלב המלחמה:

השחקן יוכל לבחור כמה יחידות באמצעות לחיצה/גרירה של המקש השמאלי בעכבר מעל היחידות השונות, ולהזיז אותם מנקודה מסוימת לנקודה אחרת, וגם הוא יוכל לסדר אותם במבנה צבאי שנאפשר לו. ברגע שהשחקן בחר קבוצה מסוימת של חיילים ויעביר את העכבר מעל יחידות יריבות יופיע לו סימן של תקיפה ובלחיצה על הכפתור השמאלי (בעכבר) החיילים יתקפו אוטומטית את האויבים. בנוסף לכל חייל יש טווח מסוים ברדיוס ממנו, בו הוא מזהה חיילים של היריב והולך לתקוף אותם אוטומטית אלא אם כן נאמר לו אחרת ע"י השחקן.

משאבים:

- עץ: 1650
- מתכת: 1300
- זהב: 600
- יהלומים: 180

עלות בנייני ההכשרה:

בנינים	עץ	מתכת
Archery	220	120
Stable	220	120
Sword Smith	140	340
Armory	220	140
Workshop	440	180
Spear Smith	180	120
Crossbowerry	220	120
Temple	140	20

טבלה 1 - מחירי הבניינים השונים

עלויות הכשרה:

מסלולי ההכשרה הקיימים:



איור 1 – הצגה של מסלולי הכשרה אפשריים של היחידות דרך הבניינים השונים במשחק

בנייני ההכשרה מחולקים ל3 רמות, כאשר בכל שלב של הבניינים היחידות העוברות דרכם מקבלות חיזוק ושיפור לפי התכונה של הבניין.

בניין	עץ	מתכת	זהב	יהלום
רמה 1	20	20	20	5
רמה 2	25	25	20	5
רמה 3	30	30	20	5

טבלה 2 - עלויות הכשרה

שימוש ב Steam

Steam היא בעיקר החנות הכי פופולרית של משחקים בענן המאפשרת לשמור את הנתונים השונים והנקודות מבלי להשתמש בדיסקים כמו בעבר.

בנוסף החנות גם משמשת כרשת חברתית בין השחקנים בצורה כזאת שיוכלו לתקשר אחד עם השני, ואף לשחק ביחד.

כדי להקל על אופן ההתחברות בין השחקנים השונים, בחרנו להשתמש ב api קיים ש Steam המאפשר חיבור בין השחקנים דרך החשבונות של החנות ולשחק ביחד בצורה הפשוטה ביותר.

זרימת המשחק

מסך פתיחה

בעת פתיחת המשחק מוצג מסך פתיחה ראשי ובו ישנן 2 אופציות עיקריות:

- לארח משחק (כ- Host) – כלומר לפתוח לובי חדש
 - להתחבר ללובי של משחק קיים (כלקוח)
- בנוסף ישנם כפתורים המאפשרים לקבל אינפורמציה ועזרה בנוגע למשחק וכן כפתור המציג את איור 1 (מסך מסלולי הכשרה), וכן כפתורים לשליטה במוסיקה וכפתור יציאה.



איור 2 – מסך פתיחה המציג את התפריט ראשי

מסך התחברות – באמצעות Mirror

מסך התחברות באמצעות הספרייה Mirror כאשר מבקשים להתחבר למשחק קיים – בתור לקוח, מאפשר להתחבר למשחק דרך ה- localhost (קיימת גם התשתית להתחבר דרך מחשבים מרוחקים אך השתמשנו ב- Steam כי הוא מפשט את ההתחברות).



איור 3 – מסך התחברות דרך Mirror

מסך התחברות – דרך Steam

מסך התחברות ללובי של משחק בהמתנה דרך Steam. בכדי להצטרף למשחק צריך שהשחקנים יהיו חברים אחד של השני בחשבונות ה - Steam שלהם, וכך ברגע שאחד מהם פתח לובי, שאר החברים יכולים להצטרף ע"י לחיצה על Shift + Tab ולחיצה על מקש ימני על שם המשתמש של השחקן המארח ולחיצה על Join Game בתפריט.



איור 4 – מסך ההתחברות דרך ה - Steam

מסך הלובי

לאחר ששחקן מתחבר למשחק (בתור מארח או בתור מתארח) הוא מגיע למסך המתנה בו כל מי שהתחבר מחכה למשחק עד שהמארח לוחץ על כפתור Start Game (שהוא לבדו יכול ללחוץ עליו ורק לאחר שיש עוד שחקן אחד לפחות חוץ ממנו עצמו בלובי).

גם במסך זה ישנם כפתורים הנותנים עזרה ומידע ואפשרות לצאת מן הלובי חזרה למסך התפריט הראשי.



איור 5 – מסך המתנה לתחילת המשחק (לובי)

שלב הבנייה

איורים של שלב הבנייה בו בונים בנייני הכשרה כפי שהוסבר לעיל.



איור 7 – הורדה של בניין



איור 6 – בנייה של 3 בניינים שונים

שלב ההכשרה

איורים של שלב ההכנה בו מכשירים את המגויסים כפי שהוסבר לעיל.



איור 9 – המגויסים לפני הכשרה

איור 8 – חלק מן המגויסים עברו הכשרה

שלב המלחמה

איורים של שלב המלחמה מול השחקנים האחרים (כפי שהוסבר לעיל).



איור 11 – הכנה להתקפה

איור 10 – התחלת תקיפה



איור 12 - התקפה

מסך סיום

מסך המציג מי המנצח במשחק (השחקן האחרון שעוד נשאר לו חיילים).



איור 13 – מסך המציג מי ניצח

קשיים ומורכבויות

במהלך הפרויקט נתקלנו בקשיים שחלקם באו לידי חשבון וחלקם לא.

קושי בעבודה עם GitHub - היה קושי בעבודה עם מערכת גיט שכן מצד אחד היינו זקוקים שעבודה תהיה מסונכרנת אבל מצד שני שילוב מערכת התקשורת הפריעה בפיתוח הדברים הרלוונטיים אך ורק בצד שרת.

גיאוטריה חישובית – היו מכניקות שחוץ מהעניין הטכני כיצד לפתח את הדברים היינו צריכים חישובים גאומטריים מסוימים כדי לבצע פעולה מסוימת (למשל ירי חץ).

עומס ממערכת הניווט – מערכת הניווט הוא פרויקט בפני עצמו בגלל חישובים מאוד מורכבים, ולכן השתמשנו בספרייה קיימת שמשלבת מערכת ניווט קיימת המאפשרת לאובייקטים השונים למצוא את המסלול הקצר ביותר מנקודה לנקודה, אך ביצועי המערכת היו מאוד כבדים, מה שפגע במטרה שלנו להנגיש את המשחק למחשבים פשוטים.

סאונד ועיצוב – כדי שהמשחק יראה טוב ויהיה מותאם לנושא אחיד היה עלינו להיכנס לנושא מפותח בפני עצמו והיה לא פשוט עבורנו כסטודנטים למדמ"ח עם כיוון חשיבה שונה.

בדיקות בצד שרת וצד לקוח – המנוע Unity הוא תוכנה לא פשוטה ומצריכה מחשבים יחסית חזקים להריצה. ולכן תהליך הבדיקות לקח זמן רב, מכיוון שבכל הרצה היה צורך לעשות build גם של הצד השרת וגם של הצד לקוח מה שעניין של דקות הצטבר לשעות רבות.

למידת המנוע והספריות השונות – קושי בלמידת תחום חדש וטכנולוגיות חדשות בזמן מוקצב פיתוח מכניקות מסוימות – היו מכניקות שבהיבט ראשוני היו נראות כפשוטות התגלו כמורכבות ביותר.

באגים – היו באגים שהתקשינו למצוא את הפתרון עבורם מה שגזל מזמנינו.

התמודדות עם הקשיים

מיזוג ידני ב-GitHub - פיצלנו את העבודה והמטרות לרמה של התקשורת ולרמה של הצד לקוח בלבד כאשר הגענו לשלב הסיום ישבנו באופן מסודר ושילבנו את הדברים באופן ידני לכדי מוצר אחד.

עבודה מסודרת והצבת יעדים – השתמשנו בכלי מאוד שימושי הנקרא Trello שבו רשמנו באופן מאוד מסודר ועקבי את כל המטלות והתכנונים כך שבאופן שיטתי עקבנו אחרי דברים.

צמצום גודל המפה – הבנו כי הכובד העיקרי שנוצר כתוצאה ממערכת הניווט נגרם בעיקר בגלל גודל המפה אותה פרסנו את המערכת מה שהקשה על המחשב מאוד, ולאחר שהקטנו את המפה והדמויות באופן יחסי, הביצועים עלו באופן משמעותי הנראה לעין.

השראות ממשחקים קיימים – בעניין העיצוב והסאונדים נעזרנו במשחקים קיימים שבו בחנו מהצד כשחקנים את אופן הנראות והתחושה של המשחקים השונים, כך שקיבלנו תמונה כללית כיצד לממש את הדברים השונים אצלנו במשחק.

מכניקות מסוימות הוצבו כשיפורים לעתיד – כתוצאה מהזמן שנלקח מהקשיים שהוזכרו, ומורכבות המכניקות החלטנו להשאיר בצד כשפורים את המכניקות הללו אך עם בסיס טוב לשילוב הדברים.

עבודה משותפת על באגים מאתגרים – כמפתחים בצוות ישבנו והתייעצנו אחד עם השני על הבאגים וישבנו על הדברים והצלחנו להתגבר על רוב הגדול של הבאגים והגענו לפתרון.

תוצאות

המטרות שהוצבו

הנגשה של משחק RTS קליל ופשוט לקהל הרחב אשר יכלול כמה פרמטרים חשובים כדלקמן:

1. מגוון של אפשרויות יחידות צבאיות ובנייני הכשרה שונים עבורם.
2. מפות מעניינות, בעלי אזורים שונים וטופוגרפיה המשפיעה על האסטרטגיה במשחק.
3. עיצוב מוצלח המקנה אווירה ייחודית ואסתטית.
4. חוקים ברורים ופשוטים להבנה, לצד אתגר ועקומת למידה.
5. שליטה נוחה במערכת המשחק.

הביצוע בפועל

1. קיים מגוון רחב של יחידות צבאיות ובנייני הכשרה שונים עבורם.
2. קיימת מפה בסיסית ומגוונת עם אפשרות הרחבה להוספת אינטראקציות שונות.
3. עיצוב אחיד של דמויות ומפה המתאימה לאווירת המשחק.
4. קיימים חוקים ברורים ופשוטים להבנת המשחק עם מידע רב והסברים.
5. קיימת שליטה נוחה במערכת המשחק - שליטה עיקרית בעכבר וניווט פשוט עם המקשים.

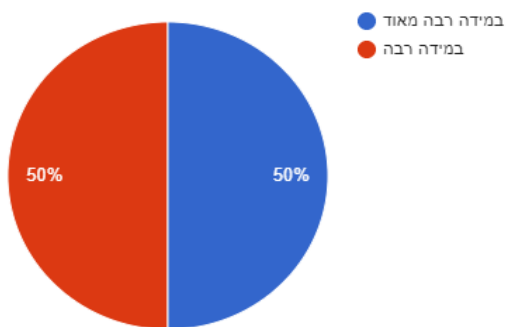
משובים

כחלק מפיתוח המשחק רצינו לקבל משוב מלקוחות פוטנציאליים לגבי המשחק הקיים ושיפורים לעתיד. על כן נתנו לכמה עמיתים בקורס לשחק אחד כנגד השני במשחק ולבסוף למלאות משוב עליו.

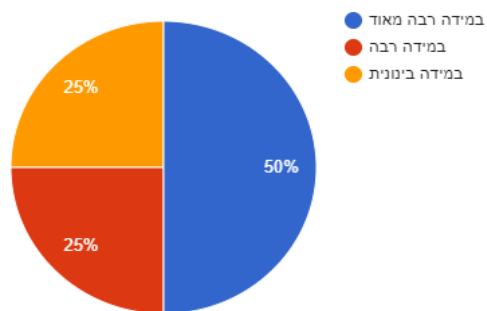
השאלות שנשאלו במשוב לאחר השתתפות הן כדלקמן:

- האם הינך משחק במשחקי מחשב באופן שוטף?
- עד כמה נהנית לשחק במשחק?
- האם המשחק היה מובן לך?
- עד כמה ממשיך המשחק היה נוח לך?
- האם תרצה לשחק בו שוב?
- האם היו באגים במשחק?
- הערות ונקודות לשיפור

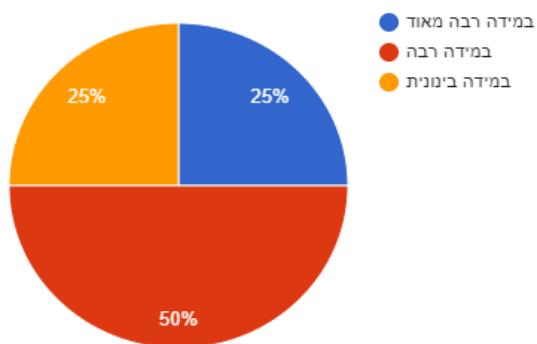
עד כמה המשתתפים נהנו מהמשחק



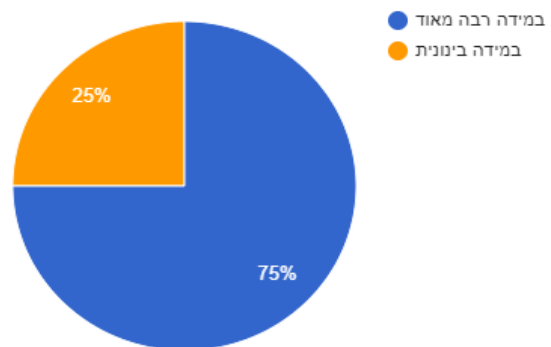
עד כמה מהמשתתפים משחקים באופן שוטף



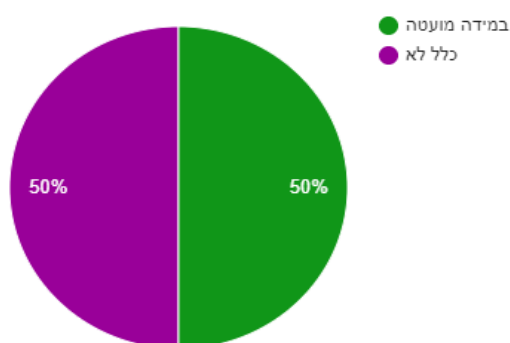
עד כמה הממשק היה נוח



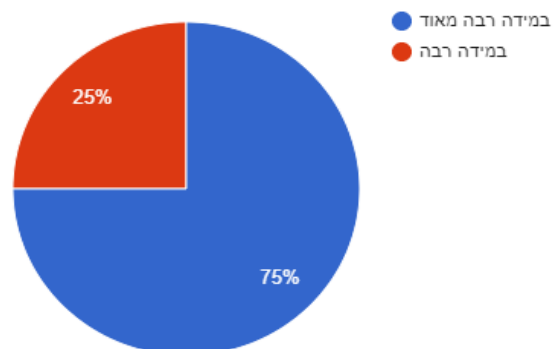
עד כמה המשתתפים הבינו את המשחק



עד כמה המשתתפים דיווחו על באגים



עד כמה המשתתפים ירצו לשחק שוב



איורים 14 עד 19 – תוצאות הסקר

נקודות עיקריות שהועלו בהערות:

- לא היה מספיק זמן בשלב הבנייה
- באגים עם תזוזות המצלמה באמצעות העכבר

בדיקות המערכת

הבדיקות שבוצעו

לאורך הפרויקט רוב הבדיקות שביצענו היו הרצות ב localhost באמצעות Mirror. כלומר הרצה של המשחק על אותו מחשב בו נפתחים 2 חלונות – אחד צד שרת ואחד צד לקוח. באופן זה ביצענו את כל הבדיקות והשינויים הנצרכים בין הרצה להרצה.

הרצות המשחק דרך חשבון ה Steam על מחשבים מרוחקים, כאשר אנו משחקים אחד מול השני (כל אחד מביתו שלו) – ומבצעים את הבדיקות הנדרשות כך שאחד מן השחקנים הוא בעצם השרת ושאר השחקנים הם לקוחות. כאן גם ביצענו בדיקות של עבודת המעבד וצריכת הזיכרון של המחשבים השונים בזמן הרצת המשחק.

בנוסף ביצענו הרצות במחשבים שונים – תוך התחשבות בחוזקת המעבד, בתצוגה, גדלי המסכים השונים ועוד.


מדידת ביצועי המערכת והשוואה למשחקים קיימים

ביצענו השוואות בין הרצות של משחקי RTS הקיימים בשוק לבין הרצה של המשחק שלנו - הפערים היו משמעותיים. הרצות המשחק שלנו היו אחידות לאורך ההרצות - גם במחשבים שונים – אשר דרשו אחוזים נמוכים של עבודת המעבד (כ- 8 אחוזים) וצרכו מזיכרון RAM של המחשב רק כ- 200 מגה-בייט.

Task Manager

File Options View

Processes Performance App history Startup Users Details Services

Name	Status	57% CPU	78% Memory	6% Disk	0% Network
>  Assemble Z' Army - Project 202...		8.6%	208.0 MB	0 MB/s	0.1 Mbps

איור 20 – מצב המחשב בהרצת המשחק שלנו

לעומת זאת, הרצת משחק Total War דרש כמעט 45 אחוזים מעבודת המעבד וזיכרון של כ- 2.4 ג'יגה-בייט.

Name	Status	100% CPU	96% Memory	34% Disk	0% Network
Total War: WARHAMMER 2 (2)		44.2%	2,483.1 MB	0.1 MB/s	0 Mbps

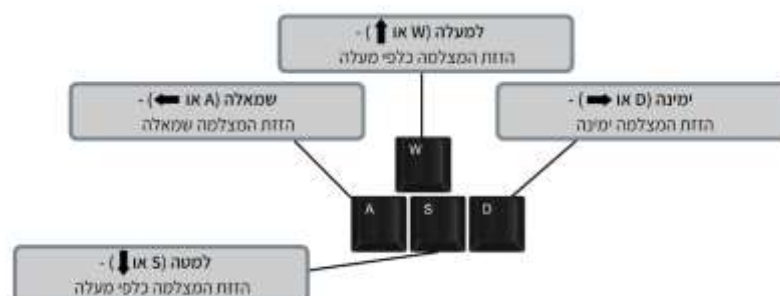
איור 21 – מצב המחשב בהרצת משחק Total War

שליטה במשחק

אחת המטרות שהצבנו לעצמנו הייתה שליטה פשוטה, נוחה ולא מסורבלת במשחק. אכן ניתן לשחק את המשחק כולו באמצעות העכבר. בנוסף ניתנת גם אפשרות להזזת המצלמה באמצעות 4 מקשי החיצים ו/או ארבעת כפתורי המשחקים הסטנדרטיים W,S,A,D (ולא רק באמצעות העכבר). לאור זאת, המשחק הוא קל להבנה ופשוט ללמידה גם לאנשים שאינם משחקים במשחקים כלל.



איור 22 – פעולות הניתנות באמצעות העכבר



איור 23 – פעולות באמצעות המקלדת

סיכום

הפרויקט היה הרבה יותר מורכב ממה שציפינו ונתקלנו עם המון קשיים שהיינו צריכים להתמודד עימם, אך התגברנו על רובם בסופו של דבר, אם מדובר בשעות רבות של דיבאגינג או בעבודת צוות. בסך הכל עמדנו ברוב רובן של המטרות שהצבנו לעצמנו, לפחות עמדנו בכל אלו החשובות לנו. הכי חשוב, למדנו רבות מן הפרויקט ומן התהליך עצמו של יצירת פרויקט בסדר גודל שכזה ואנו גם מרוצים מהתוצאה של עמל זה.

מסקנות/תובנות

המשחקיות היא חלקה כרגע בתמיכה של כ-30 דמויות במפה, בבדיקות של מספר רב של יחידות במפה הייתה ירידה בחלקיות המשחק בצד לקוח בשלב המלחמה, ייתכן שקשור לסאונדים או ל-popups הצפים במהלך השלב. על כן - נדרשת אופטימיזציה נוספת. מאידך, אין אנו רוצים מספר רב של יחידות במפה מפאת מבנה המשחק והזמן המוקצב לכל שלב. כרגע רוב הפעולות השונות מוגדרות ומנוהלות אך ורק על יד השרת, ייתכן כי נרצה לשנות זאת בעתיד.

שיפורים ותוכניות לעתיד

- 1. אופטימיזציה – נרצה לשפר את המערכת בצורה כזאת שיתאפשר להגדיל את מספר היחידות במפה.**
- 2. דמויות נוספות וגיבורים –** בנינו את המשחק עם שלל דמויות והיינו רוצים שהיו דמויות נוספות כדי לשפר את חווית הגיוון וגם הוספת גיבורים למשחקים עם תכונות ייחודיות שמבליטות אותו ביחס ליחידות הרגילות.
- 3. מכניקת Fog Of War –** מכניקה מאוד פופולרית שמסתירה את היחידות של השחקן והיריב אחד מהשני עד שהם מתקרבים אחד לשני ומוסיפה עוד עניין של טקטיקה והסתרה מהיריב שמוסיפה למורכבות המשחק.
- 4. אובייקטים עם אינטראקציות –** היינו רוצים שיהיה אובייקטים נוספים בעולם שישפיעו על היחידות במפה ויתרמו עוד מרכיב במשחקיות כדי לעשותה יותר מורכבת ומעניינת.
- 5. לובי משופר –** כרגע הלובי הוא מאוד בסיסי ובעיקר מותאם לאנשים החברים ב- Steam והיינו רוצים לשפר זאת בכך שיהיה לובי פתוח לקהל הרחב שבו כל שחקן יוכל לארח שחקנים נוספים שאינו מכיר או להצטרף לאחד שכזה.

ביבליוגרפיה

- [_Unity Documentation - https://docs.unity.com](https://docs.unity.com)
- [_Unity Forums - https://forum.unity.com](https://forum.unity.com)
- [_Udemy - https://www.udemy.com](https://www.udemy.com)
- [_Mirror Documentation - https://mirror-networking.gitbook.io/docs](https://mirror-networking.gitbook.io/docs)
- מדריכים שונים באינטרנט
- CodeMonkey - https://www.youtube.com/channel/UCFK6NCbuCIVzA6Yj1G_ZqCg
- <https://gamedev.stackexchange.com/>
- Development of a Real-Time Strategy Game, by: Oluwafemi J. Ayangbekun , Ibrahim O. Akinde, August 2014
- <https://unity.com/how-to/how-architect-code-your-project-scales>

נספחים

הפעלת התוכנה

קובץ הנחיות + סרטון הדרכה להפעלת התוכנה:
https://drive.google.com/drive/folders/1GKltVwL-66EYPxr6lQj3PdUYG_DqSh9u

סרטון הדגמה

https://www.youtube.com/watch?v=2OxM_x3u1Xg&ab_channel=BoQian