

# פרויקט סיום בקורס

## מבוא לבינה מלאכותית



מגישים:

310155049 איליב לב

304028749 ג'וני גולאייב

|    |                            |
|----|----------------------------|
| 3  | מבוא                       |
| 3  | קצת על Starcraft           |
| 3  | הממשק של BWAPI             |
| 4  | סוכן ה-AStar שלנו          |
| 4  | מטרת הסוכן                 |
| 4  | מימוש הסוכן                |
| 4  | שחקן ה-A-Star שלנו         |
| 5  | היוריסטיקה שלנו            |
| 6  | התפרסות במפה               |
| 8  | ריצת הסוכן                 |
| 8  | Null Heuristic             |
| 8  | Expanding Heuristic V1.0.0 |
| 9  | Expanding Heuristic V1.1.0 |
| 9  | Expanding Heuristic V1.2.0 |
| 10 | סטטיסטיקות                 |
| 12 | נספחים                     |
| 12 | א. קישורים לסרטונים        |
| 13 | ב. תמונות להמחשה           |
| 13 | תחילת ריצה של הסוכן        |
| 15 | התרחבות במפה               |
| 16 | ג. התקנה                   |

#### תמונות:

|    |                                |
|----|--------------------------------|
| 6  | תמונה 1: התפרסות הסוכן במפה    |
| 10 | תמונה 2: מספר האויבים          |
| 10 | תמונה 3: סטטיסטיקות על מינרלים |
| 11 | תמונה 4: מספר הבסיסים הכולל    |
| 11 | תמונה 5: סה"כ מינרלים שנאספו   |
| 13 | תמונה 6: מצב התחלתי מפה 1      |
| 14 | תמונה 7: מצב התחלתי מפה 2      |
| 15 | תמונה 8: התרחבות במפה          |

## קצת על Starcraft

המשחק Starcraft הוא משחק אסטרטגיה בזמן אמת משנת 1998. כל שחקן יכול לבחור להיות אחד מ-3 זנים שונים. המטרה של כל שחקן היא להתפתח, לבנות צבא, להשתלט על שטחים חדשים ולנצח את השחקנים האחרים שנמצאים במפה.

המשחק משך אליו המון שחקנים מכל העולם והיה מאוד פופולארי. לאחר כחצי שנה יצאה חבילת הרחבה הנקראת Starcraft: Brood War.

מספר שנים לאחר מכן, מעריצי הסדרה יצרו API עבור חבילת ההרחבה הנקראת BWAPI, איתו ניתן לבנות סוכני AI שישחקו במשחק. היו גם מספר שנים בהן היו תחרויות AI שבהן כל קבוצה מממשת סוכן AI, והסוכנים משחקים אחד מול השני (אחד הטובים שבהם נקרא Skynet).

## המשחק של BWAPI

המשחק הנתון של BWAPI מגדיר Module של סוכן שאותו צריך לממש על מנת לשחק. ה-Module מגדיר נקודות גישה למשחק לפי מאורעות שקורים במפה (למשל frame חדש, איתור חייל, איבוד חייל וכו'). בכל אחת מנקודות הגישה הללו ניתן לממש פעולות שייעשו על ידי החיילים שיש לסוכן ויגרמו לו להיות יותר חכם לקראת כל מצב שבו הוא נתקל.

לאחר מימוש הסוכן, קימפול של הקוד מייצר קובץ dll שאותו מעתיקים למקום מוגדר בתיקיית המשחק. על מנת להריץ את הסוכן מפעילים תוכנה שנקראת Chaos Launcher שמפעילה את המשחק ומזריקה לו את ה-dll שאותו העתקנו (ראו הוראות הפעלה).

## סוכן ה-AStar שלנו

### מטרת הסוכן

הסוכן שלנו מנסה להתפרס במפה כמה שניתן על ידי מציאת מינרלים חדשים ובניית בסיסים באיזור שלהם.

בתחילת המשחק אנו מתחילים עם בסיס אחד וארבעה בנאים לידו, ואנחנו רוצים שמספר הבנאים שלנו תמיד יהיה המקסימלי שאפשר על מנת שנוכל לצבור מינרלים וגם לסרוק את המפה.

אנחנו משיגים זאת על ידי מספר פעולות:

1. יצירת בסיסים ליד מינרלים (בעדיפות כאלה שעוד אין לנו בסיסים לידם).
2. יצירת בנאים בכל הזדמנות נתונה (כלומר בהנחה שיש לנו מספיק מינרלים לייצור בנאי וגם לא עברנו את המכסה האפשרית).
3. איסוף מינרלים על מנת שיהיה מספיק לייצור בנאים ובסיסים.
4. חיפוש מינרלים חדשים במפה על מנת שנוכל לבנות בסיסים לידם, ובאופן כללי לדעת מה קורה במפה.

### מימוש הסוכן

הממשק של BWAPI מאפשר לנו לבנות סוכן על ידי מימוש מחלקה שיורשת מה-Module הראשי של הסוכן. יכולנו להשתמש בכל פונקציה שנתונה לנו על ידי BWAPI, אבל אנחנו לא צריכים עבור הסוכן את כל האפשרויות שנתונות לנו.

על מנת ליצור את הסוכן מימשנו רק את הפונקציה המטפלת בקבלת frame חדש, כלומר אנחנו מתעלמים מכל שאר המאורעות שקורים במשחק. פונקציה זו היא זו שמריצה את ה-AStar, כלומר מכניסה איברים ל-Fringe לפי ערך יוריסטיקה, מוציאה איברים מה-Fringe, ובסוף בוחרת פעולה אחת ומבצעת אותה.

### שחקן ה-A-Star שלנו

המשחק הוא online, כלומר בכל frame של המשחק אפשר להזיז כוחות, לתת להם פקודות וכו'. אנחנו רוצים בכל frame לבחור את הפעולה הטובה ביותר שעלינו לבצע.

אבל על מנת לבחור את הפעולה הרצויה היינו צריכים להגדיר state ששומר לנו את מצב העולם כי אחרת בחירת הפעולה גורמת לשחקן לבצע אותה, וזה לא מה שאנחנו רוצים.

על מנת לטפל בבעיה זו, יצרנו סביבה שבה אנחנו מגדירים state של המשחק ע"י מספר קריטריונים שחשובים לנו ובנוסף הגדרנו פעולות שחשובות לנו.

הקריטריונים ב-state:

1. מספר הבסיסים שיש לנו.
2. מספר הבנאים שיש ברשותינו.
3. מספר המחפשים במפה (מתוך מספר הבנאים הכולל).
4. מספר אוספי המינרלים (מתוך מספר הבנאים הכולל).

הפעולות שהגדרנו:

1. חיפוש במפה (ללכת לכיוון צפון, דרום, מזרח, מערב, דרום-מזרח, דרום-מערב, צפון-מזרח, צפון מערב).
2. איסוף מינרלים (מציאת המינרל הקרוב ביותר וללכת אליו).
3. בניית בסיס ליד שדה מינרלים.
4. יצירת בנאי.

הפעולות הנ"ל יגרמו לשינוי הערכים ב-state שהגדרנו, ואז כל פעולה אפשרית משנה את המספרים ב-state בהתאם (למשל בניית בסיס מעלה את מספר הבסיסים ב-1).

בכל frame אנחנו יוצרים את ה-state הנוכחי על ידי שימוש בנתונים מהמשחק עצמו (זהו ה-state ההתחלתי שנכנס ל-Fringe), לכל יחידה (בנאי או בניין) אנחנו יוצרים את הפעולות האפשריות ובעזרת פעולות אלו אנחנו מקבלים state-ים חדשים ומכניסים אותם ל-successors שלנו.

כל state מקבל ערך מהיוריסטיקה (ראה פירוט בהמשך) ולפי ערך זה (בתוספת פרמטר העומק) אנחנו מכניסים את ה-successor ל-Fringe. הסוכן שלנו נכנס לעומק 2 של ה-Fringe ובסוף החיפוש אנחנו בוחרים את הפעולה הטובה ביותר שיש לבצע לפי מה שיש ב-Fringe.

### היוריסטיקה שלנו

יש לנו פונקציית יוריסטיקה שמשתמשת במשקולות עבור מאורעות שונים. המאורעות הולכים לפי סדר חשיבות (החשוב מכל הוא הראשון):

- בניית בסיסים ליד שדות מינרלים.
- שליחת בנאי לשדה מינרלים.
- ייצור בנאים לפי המכסה האפשרית.
- ייצור אוספי מינרלים לפי מספר שאנחנו מחילטים עליו.
- ייצור מחפשים במפה.

ככל שיש יותר מכל יחידה, אנחנו מורידים את ערך היוריסטיקה כך שכל state יקבל את הערך לפי הנוסחא הבאה: המשקולות הנתונים  $X$  (הכמות המקסימלית - הכמות של אותה היחידה).

אם נסמן:

$W$  = המשקולת שהקצנו

$M$  = הכמות המקסימלית של היחידה הנתונה

$C$  = הכמות הנוכחית של היחידה הנתונה

אז נקבל את הנוסחא הבא:

$$H(state) = \sum_{u \in Units} W \times (M_d - C_d)$$

הרחבה לגבי ערכי המשקולות של היוריסטיקה ניתן לראות בפרק המדבר על היוריסטיקה.

## התפרסות במפה

על מנת להתפרס במפה בצורה אופטלמית אנחנו רוצים שהסוכן שלנו יבנה בסיסים חדשים ליד בסיסי מינרלים חדשים בכל פעם.

על כל בסיס שיש לסוכן, אפשר לבנות עוד 9 בנאים (בסיס אחד = 9 בנאים, 2 בסיסים = 18 בנאים וכו'). בעצם בכל פעם שאנחנו בונים בסיס חדש אנחנו רוצים להגדיל את מספר הבנאים שלנו על מנת שיהיו יותר אוספי מינרלים ויותר מחפשים.

הגדרנו ביוריסטיקה שלנו שמספר אוספי המינרלים לעומת המחפשים במפה יהיה 4:5 בהתאמה, כלומר אם יש לנו 2 בסיסים נרצה שיהיו לנו 10 אוספי מינרלים ו-8 מחפשים במפה.

במידה והצלחנו להשתלט על כל בסיסי המינרלים שאנחנו מכירים, נרצה להמשיך לבנות בסיסים, כלומר הבסיסים כבר ייבנו באותם שדות קיימים שידועים לנו. אם הסוכן יצליח לשרוד המון זמן, יהיו גדודים של בסיסים צמודים אחד לשני והמוני בנאים שאוגרים מינרלים בקצב מסחרר בנוסף להמוני בנאים שמסתובבים במפה ומחפשים מקומות חדשים.

להלן תמונה שנלקחה מתוך ריצת הסוכן שלנו:



תמונה 1: התפרסות הסוכן במפה

בתמונה זו ניתן לראות בסיס של הסוכן שלנו (הבסיס הצהוב) שנבנה ליד שדה מינרלים (וליד בסיס של האויב – הבסיס האדום). בנוסף כל ריבוע ירוק במפה שמסביבו יש חלק מפה בהיר הוא בסיס שהסוכן שלנו בנה (בתמונה ישנם 4 בסיסים – אחד ליד כל שדה מינרלים).

מכיוון שהסוכן משחק נגד סוכן חכם היוצר גם חייילים לתקיפה הסוכן שלנו יכול לשרוד מעט זמן או המון זמן, והכל תלוי מתי יחליט האויב לתקוף. מכיוון שהסוכן שלנו לא מוציא אפילו חייל תקיפה אחד, אין לסוכן שלנו אף פעם סיכוי אמיתי לנצח, אבל מכיוון שהסוכן בונה בסיסים בהמון מקומות במפה ייקח לאויב יותר זמן למצוא את כל הבסיסים ולהשמיד את כולם.

בדרך כלל כאשר יגיע האויב לתקוף בסיס אחד, הבנאים שלנו ימשיכו לבנות באזורים חדשים וינסו לחזור גם למקום שהרגע הושמדו בו הבסיסים.

כמעט את כל המקרים הנ"ל ניתן למצוא בסרטונים שהעלנו ל-Youtube. הקישורים לסרטונים אלו נמצא בנספח של המסמך.

## ריצת הסוכן

הסוכן שלנו השתנה כל הזמן לאורך הפיתוח, ופונקציית היוריסטיקה עברה המון שינויים בערכי המשקולות עד שהגענו לריצה אופטימלית של הסוכן שאנחנו מציגים.

בחלק זה נציג מספר יוריסטיקות שהרצנו (מיני רבים שהיו) עם הסוכן שלנו. כל אחת שנציג שונה מהאחרת, כל אחת הוסיפה לנו מידע נוסף על התנהגות היוריסטיקה במשחק ועזרה לנו לשפר את היוריסטיקה.

### Null Heuristic

היוריסטיקה הבסיסית ביותר הייתה היוריסטיקה שמחזירה 0 לכל state שקיים. ובעצם היוריסטיקה גרמה לפעולה הראשונה להיבחר תמיד.

מכיוון שהפעולה הראשונה לבנאים היא לאסוף מינרלים, והפעולה הראשונה (והיחידה) של הבסיס היא לבנות בנאי, קיבלנו סוכן שלכל בנאי תיתן להיות אוסף מינרלים והבסיס יבנה בנאים בכל פעם שהוא יכול, כלומר כשיש לו מספיק מינרלים ומספר הבנאים לא הגיע למכסה.

בעצם סוכן זה יוצר 5 בנאים חדשים (מתחילים עם 4), וכל אחד מהם מהתשעה הולך לאסוף מינרלים.

כאמור סוכן זה לא מעניין במיוחד מכיוון שהוא לא מנסה לסרוק את המפה ולהתפרס בה.

ניתן להריץ את הסוכן הזה ע"י העתקת הקובץ `IJ_AIModule_null_heuristic.dll` לתיקיית ה-AI (כמו שמוגדר בהתקנת המשחק) ושינוי שם הקובץ ל-`IJ_AIModule.dll`.

### Expanding Heuristic V1.0.0

היוריסטיקה הראשונה שיש לנו ייצרה את המשקולות הבאים:

- בניית בסיסים ליד שדות מינרלים (משקולת 1000).
- שליחת בנאי לשדה מינרלים (משקולת 1000).
- ייצור בנאים לפי המכסה האפשרית (משקולת 110).
- ייצור אוספי מינרלים לפי מספר שאנחנו מחילטים עליו (משקולת 15).
- ייצור מחפשים במפה (משקולת 8).

יוריסטיקה זו כבר מייצרת סוכן שהבנאים שלו גם אוספים מינרלים וגם סורקים את המפה. בנוסף בכל פעם שיש אפשרות לבנות בסיס הסוכן שולח בנאי לשדה מינרלים על מנת שיבנה בו בסיס חדש.

הבעיה עם המשקולות ביוריסטיקה הנוכחית היא שכאשר הבנאי מגיע לשדה המינרלים, הוא מחליט שלא לבנות בסיס חדש אלא ממשיך ללכת, ובכל פעם בנאי אחר מקבל פקודה להגיע לבסיס מינרלים, אך כשהוא מגיע אליו הוא לא בונה בו בסיס.

יוריסטיקה זו לא עוזרת לנו במיוחד כי על מנת להתפרס במפה אנחנו רוצים שיהיו בסיסים ליד כל שדה מינרלים, ולידו אוספי מינרלים שיאגרו יותר מינרלים מהר יותר.

ניתן להריץ את הסוכן הזה ע"י העתקת הקובץ `IJ_AIModule_1.0.0.dll` לתיקיית ה-AI (כמו שמוגדר בהתקנת המשחק) ושינוי שם הקובץ ל-`IJ_AIModule.dll`.



## Expanding Heuristic V1.1.0

משחקים עם המשקולות של היריסטיקה הראשונה הובילה אותנו אל המשקולות הבאים:

- בניית בסיסים ליד שדות מינרלים (משקולת 1000).
- שליחת בנאי לשדה מינרלים (משקולת 400).
- ייצור בנאים לפי המכסה האפשרית (משקולת 100).
- ייצור אוספי מינרלים לפי מספר שאנחנו מחילטים עליו (משקולת 6).
- ייצור מחפשים במפה (משקולת 2).

יוריסטיקה זו אכן גורמת לסוכן לשלוח בנאי בכל פעם שיש מספיק מינרלים לבסיס מינרלים והבנאי באמת בונה בסיס כאשר הוא מגיע.

באמצעות יוריסטיקה זו אנו יכולים להשתלט על חלק לא קטן מהמפה, אבל עדיין יש בעיה עם היריסטיקה – הערכים החדשים לא מאפשרים לנו לבנות בנאים חדשים כמעט בשום מצב.

כאשר יש בסיס אחד בלבד כל הבנאים מיוצרים, אבל כשיש יותר מבסיס אחד התשעה שהיו הם אלו שנשארים (ואם אחד מהם מת, לא מנסים לייצר אחד חדש).

ניתן להריץ את הסוכן הזה ע"י העתקת הקובץ `IJ_AIModule_1.1.0.dll` לתיקיית ה-AI (כמו שמוגדר בהתקנת המשחק) ושינוי שם הקובץ ל-`IJ_AIModule.dll`.

## Expanding Heuristic V1.2.0

המון משחקים עם המשקולות לא עזרו במיוחד לשפר את המצב. בכל פעם היה משהו אחר מפסיק לעבוד. הבעיה הייתה בין המשקולות של בניית הבסיס לבין ייצור הבנאים – אם בונים בסיס מכסת הבנאים עולה, וזה גרם לתעדוף של בניית בסיס על פני ייצור בסיס או להפך.

הפתרון היה לתת לבניית הבסיס ערך מינימלי ככל האפשר כך שבניית הבסיס תמיד תתאפשר, וכל שאר המשקולות נשארות אותו דבר. כלומר קיבלנו את המשקולות הבאים:

- בניית בסיסים ליד שדות מינרלים (תמיד מחזיר 1).
- שליחת בנאי לשדה מינרלים (משקולת 400).
- ייצור בנאים לפי המכסה האפשרית (משקולת 110).
- ייצור אוספי מינרלים לפי מספר שאנחנו מחילטים עליו (משקולת 6).
- ייצור מחפשים במפה (משקולת 2).

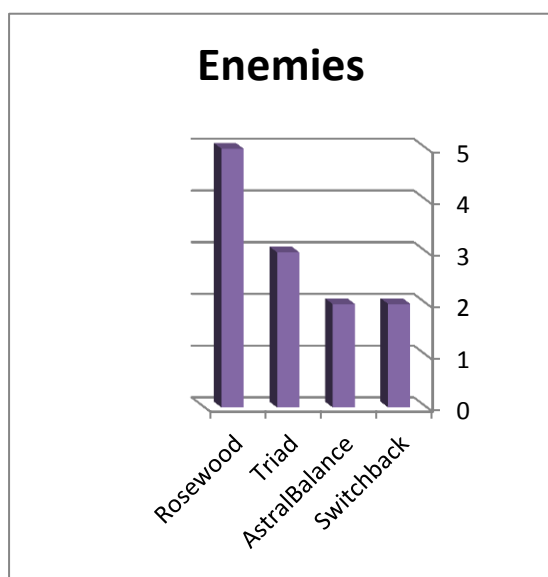
הסוכן שהתקבל הורץ במספר מפות שונות, מול מספר שונה של אויבים בכל מפה, ואת התוצאות ניתן לראות בסרטונים שהעלנו ל-Youtube. הקישורים לסרטונים אלו נמצא בנספח של המסמך.

ניתן להריץ את הסוכן הזה על ידי הרצת המשחק כאשר לא היה שינוי בקובץ ה-dll, או על ידי העתקת הקובץ `IJ_AIModule_1.2.0.dll` לתיקיית ה-AI (כמו שמוגדר בהתקנת המשחק) ושינוי שם הקובץ ל-`IJ_AIModule.dll`.

לקחנו מספר קריטריונים בשביל לאסוף סטטיסטיקות במהלך הריצה:

1. מספר שדות המינרלים הקיימים במפה.
2. מספר שדות המינרלים שמצאנו במפה.
3. מספר שדות המינרלים בהם בנינו בסיס / בסיסים.
4. מספר הבסיסים שבנינו סה"כ.
5. כמות המינרלים שהצלחנו לאסוף.

את הסטטיסטיקות הללו אספנו על ריצות ב-4 מפות שונות ולהלן התוצאות:



תמונה 2: מספר האויבים

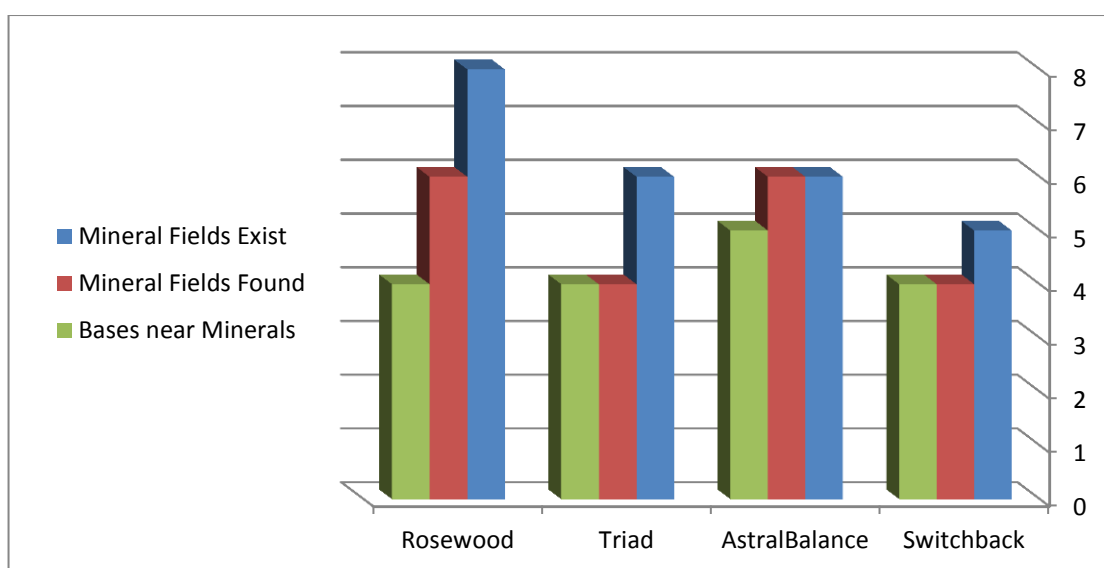
בכל אחת מהמפות היה מספר שונה של אויבים (תמונה 5) ויכול להיות שהתוצאות שקיבלנו מתבססות על כמות האויבים גם כן.

לפי הנתונים מתמונה 6 ניתן לראות כי אנחנו כמעט תמיד מגיעים לכל שדות המינרלים שקיימים, וגם בונים בסיסים ליד הרוב.

אנחנו לא נגיע לתוצאות מולשמות מכיוון שכשאנחנו נתקלים בבסיס של האויב אין לנו דרך להלחם בו ולכן אנחנו יכולים לנסות לבנות בסיס בקרבת שדה המינרלים שלו, אבל הבסיס הזה ייהרס מהר מאוד.

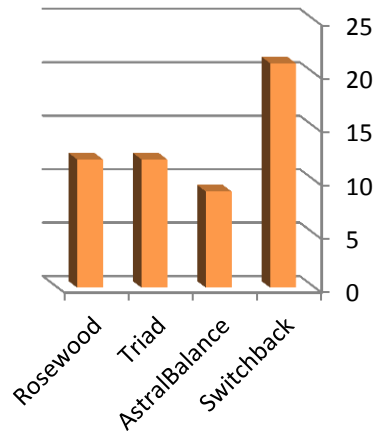
המצב הכי פחות טוב היה במפה Rosewood

שבה יש 5 שחקנים (4 אויבים), והיה קשה יותר להשתלט על שדות מינרלים מכיוון שהאויבים נמצאים בשדה מינרלים אחד לפחות כשאנחנו מגיעים.



תמונה 3: סטטיסטיקות על מינרלים

### Total Bases number



תמונה 4: מספר הבסיסים הכולל

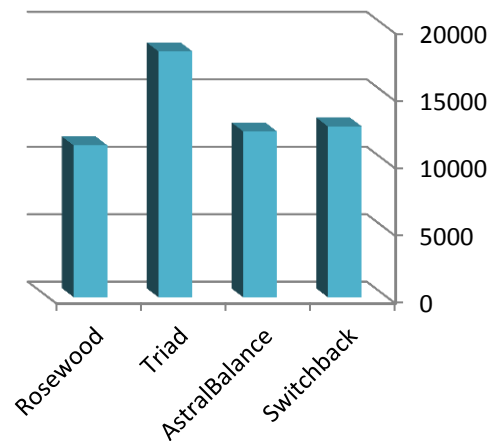
בכל מפה גם ניתן לראות כמה בסיסים הצלחנו לבנות סה"כ (עד שבא האויב וחיסל את האחרון שבהם).

מהתוצאות שרואים בתמונה 7, ניתן לראות שבאופן כללי ככל שיש פחות אויבים, ככה אנחנו מצליחים לבנות יותר בסיסים (חוץ מבמפת AstralBalance, וזה כנראה מכיוון שהמפה קטנה יחסית).

לפי תמונה 8 ניתן לראות שאנחנו מצליחים לאסוף המון מינרלים בכל מפה, ועדיין כמות הבסיסים שאנחנו בונים לא תואמת בכל הריצות.

ניתן להסביר זאת על ידי התקלות עם האויבים במפה. אם בנאי שמחפש במפה נתקל באויב, האויב כנראה יהרוג את הבנאי וכתוצאה מכך נייצר עוד חייל (כלומר "נבזבז" מינרלים).

### Total Resources Collected



תמונה 5: סה"כ מינרלים שנאספו

הערה: במפות שבהן יש התקלות עם אויבים קרובים הבנאים תמיד ינסו לעבור דרכם ותמיד ייהרגו כשהם ינסו לצאת אל שאר המפה.

א. קישורים לסרטונים

להלן מוצגים מספר קישורים של הסוכן בריצות במקומות שונות מול מספר שונה של אויבים.

סוכן שרץ במפת Astral Balance. במפה יש 2 שחקנים (אויב אחד):

<https://www.youtube.com/watch?v=kNFkRQAuhdM>

סוכן שרץ במפת Caldera. במפה יש 4 שחקנים (שלושה אויבים):

<https://www.youtube.com/watch?v=m3DgaAIWgWg>

סוכן שרץ במפת Sirocco. במפה יש 6 שחקנים (חמישה אויבים):

<https://www.youtube.com/watch?v=WWbhlddo0cY>

סוכן שרץ במפת Tribes. במפה יש 8 שחקנים (שבעה אויבים):

<https://www.youtube.com/watch?v=Rk3HNDKiFV0>

סוכן (הכי מרשים) שרץ במפת Switchback. במפה יש 2 שחקנים (אויב אחד):

<https://www.youtube.com/watch?v=cLWT0QKbNLg>

## ב. תמונות להמחשה

להלן מוצגים תמונות מתוך ריצות שונות:

### תחילת ריצה של הסוכן

במצב זה כל הבנאים שיכולים להיות נוצרו, ישנם 5 בנאים שאוספים מינרלים ו-4 שמחפשים במפה.

מפה 1:



תמונה 6: מצב התחלתי מפה 1

בתמונה זו ניתן לראות מספר בנאים שאוספים מינרלים ליד הבסיס, ו-4 נקודות ירוקות קטנות במקומות שונים במפה. נקודות אלו הם הבנאים שפותחים את המפה בחיפוש אחר מינרלים חדשים.



תמונה 7: מצב התחלתי מפה 2

קודם כל, בתמונה זו ניתן לראות כי המפה גדולה יותר. רואים גם בדיוק 5 בנאים שאוספים מינרלים ו-2 בנאים שנמצאים במרחק מה מהבסיס (אמצע המפה). כמו שנאמר קודם, הבנאים הם הנקודות הירוקות הקטנות.



## התרחבות במפה

כעת נראה מספר דוגמאות לכך שהסוכן יוצר בסיסים חדשים ליד שדות מינרלים.

הדוגמא הראשונה נמצאת בתמונה 1, שם ניתן לראות 4 בסיסים ליד 4 שדות מינרלים שונים.

הדוגמא השניה:



תמונה 8: התרחבות במפה

בתמונה זו ניתן לראות כי חלק נרחב מהמפה כבר נפתח ונמצאו מספר שדות מינרלים חדשים (כל שדה מינרלים הוא ריבוע בצבע תכלת). ניתן גם לראות שבמקום בו המפה כרגע מציגה, נבנה בסיס חדש.

### ג. התקנה

על מנת להריץ את הסוכן שלנו, צריך מספר דברים:

- התקנה של Starcraft + חבילת ההרחבה Brood War + התקנת patch 1161.
  - ניתן לקנות ב:  
<http://us.blizzard.com/en-us/games/sc/>
- יש שם גם את המשחק וגם את חבילת ההרחבה. צריך את קבצי ה-iso על מנת להריץ ללא CD.
- התקנה של BWAPI.
  - הורדה חינמית קיימת ב:  
<https://code.google.com/p/bwapi/downloads/list>
- קובץ INSTALL\_NOTES בו יש את הוראות ההתקנה לאחר שיש את כל החבילות הנחוצות.
  - נמצא יחד עם מסמך זה.