

פרויקט גמר – משחק Quoridor AI

ranmes16@gmail.com 208211292 רן משולם

hilatsivion@gmail.com 211413216 הלה צביון

alonyamin0@gmail.com 209894484 אלון ימין

קישורים רלוונטיים:

קישור לדרייב עם 2 סרטוני ההצגה (מצגת + הרצת משחק):

<https://drive.google.com/drive/folders/1h3rZ3PVH0aXc0yB0Sw9qHhV9-MFXLwyW?usp=sharing>

קישורים לשני הסרטונים דרך היוטיוב:

<https://youtu.be/z-LJ28UVD9Y>

<https://youtu.be/R8Zjumhq8HQ>

קישור למצגת:

https://www.canva.com/design/DAGsHLvYAU4/mR-bhfZ2lCryQAUUXdXHQ/view?utm_content=DAGsHLvYAU4&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=uniquelinks&utlId=h6a7fb68f7c

קישור ל-GitHub לכל הקוד:

<https://github.com/hilatsivion/quoridor-ai-strategy-game-project>

*הקוד מצורף גם לתקליה כקובץ נפרד כנדרש.

תיאור קצר של המשחק שבנינו

המשחק שלנו מבוסס על **Quoridor** – משחק אסטרטגיה בין שני שחקנים, בו כל שחקן מנסה להגיע לקצה ההפוך של הלוח, תוך שהוא חוסם את יריבו באמצעות הנחת חומות. מטרת המשחק היא **להגיע ראשון לשורת היעד** של היריב.

במהלך כל תור, לשחקן יש אפשרות לבצע אחת מהפעולות הבאות:

- **לזוז צעד אחד** באחת מארבעת הכיוונים (למעלה, למטה, שמאלה, ימינה).
- **להניח חומה** – חומה באורך שתי משבצות, המאונך או מקביל לקצוות הלוח, מתוך מלאי אישי (הראשון שהונח מתחלף כשמניחים חומה חדש אם הגעתם לתקרה).

- **להפעיל פצצת כוח** – פעולה חד-פעמית שמסירה את כל החומות הסובבים את הדמות (בתוך ריבוע של 3×3). החומות חוזרים למאגר של שני השחקנים. במהלך התור הנוכחי, מותר לשחקן לעבור דרך אותם חומות שהתפוצצו.

בגרסה שלנו, גודל הלוח **משתנה בהתאם לרמת הקושי**:

- קושי 1-2: לוח 9×9
- קושי 3-4: לוח 7×7
- קושי 5+: לוח 5×5

כך המשחק הופך למהיר ומאתגר יותר ככל שרמת הקושי עולה.

הבעיה שניסינו לפתור

רצינו לבנות מנוע בינה מלאכותית אסטרטגי עבור המשחק שמערב קבלת החלטות בתנאים משתנים בכל תור. האתגר המרכזי היה לאפשר ל-AI להתמודד עם לוח משתנה, תנועות היריב, והוספת אלמנטים ייחודיים כמו "פצצה", וכל זאת בזמן תגובה מהיר שמאפשר חוויית משחק חלקה בזמן אמת שלא תייאש את המשתמש.

הפתרון שלנו

פיתחנו מערכת הכוללת מנוע בינה מלאכותית, אלגוריתמים אסטרטגיים וממשק גרפי אינטראקטיבי. מטרת המערכת היא לאפשר חוויית משחק מאתגרת, חכמה ומהירה, גם כאשר חוקי המשחק משתנים באופן דינמי במהלך כל תור.

מנוע הבינה המלאכותית

מבוסס על אלגוריתם Minimax עם חיתוך אלפא-בטא, ומטרתו לבחור את המהלך האופטימלי בכל תור, בהתאם למצב הלוח הנוכחי. החישוב נעשה לעומק משתנה לפי רמת הקושי שנבחרה בתחילת המשחק, תוך סינון ענפים שאינם תורמים לקבלת החלטה מיטבית.

המימוש נמצא בקובץ ai.py, וכולל את הפונקציה המרכזית minimax יחד עם פונקציית הערכה מותאמת אישית בשם evaluate.

פונקציית הערכה

פונקציית ההערכה מתחשבת בפרמטרים הבאים:

- אורך המסלול הקצר ביותר של כל שחקן לניצחון.
- ההפרש בין מרחקי השחקנים מהיעד שלהם.
- מיקום חסימות פוטנציאליות על ידי היריב.
- זמינות ושימוש בפצצה.
- זיהוי לולאות חוזרות במשחק.

הפונקציה מחזירה ציון מספרי שמייצג את איכות המצב, ומשמש את אלגוריתם Minimax לבחירת מהלך.

זיהוי לולאות

כדי למנוע חזרתיות במהלכים או תקיעות במשחק, יישמנו מנגנון לזיהוי לולאות. המנגנון בודק האם אותו מצב לוח (כולל מיקום השחקנים והחומות) חזר מספר פעמים ברצף. במידה וכן, המצב מקבל ציון שלילי בפונקציית ההערכה, כדי לעודד שבירת הרצף.

שימוש בזיכרון - Caching

לצורך שיפור ביצועים והפחתת זמן תגובה, מצבים חוזרים בלוח נשמרים בזיכרון מטמון באמצעות האשינג של מצב הלוח. כאשר המצב מופיע שוב, ניתן להחזיר את התוצאה מיידית, ללא צורך בחישוב חוזר.

מנגנון זה הוטמע בתוך ai.py, תוך שימוש בפונקציה state_hash ליצירת מזהה ייחודי לכל מצב לוח.

טיפול בפצצה

כאשר מופעלת פצצה, מוסרים באופן זמני החומות הסובבים את מיקום השחקן, ברשת של 3 על 3 משבצות. אתגר זה דרש מספר מנגנונים:

- שמירה על מצב החומות המקורי והחזרתם בסוף התור.
- עדכון חוקי התנועה כך שיאפשרו מעבר דרך חומות שהתפוצצו – אך רק בתור הנוכחי.
- החזרת החומות למאגר האישי של כל שחקן.

הפונקציות פוזרה בקבצים action.py ו-quoridor.py, תוך שימוש במשתנים פנימיים לניהול המצב הזמני.

ממשק משתמש

המשחק פותח באמצעות ספריית Pygame, ומאפשר חוויית משחק גרפית מלאה. הממשק כולל:

- תנועות חלקות באמצעות העכבר או המקלדת.
- תפריט בחירה לרמת קושי (משפיעה על גודל הלוח ועומק החיפוש).
- הפעלת פצצה, הנחת חומות והזזת שחקן בצורה אינטואיטיבית.

ולסיכום

המנוע שפיתחנו מסוגל להתמודד עם לוחות משתנים, פעולות בלתי צפויות, והחלטות אסטרטגיות בזמן אמת. למרות המורכבות של חוקי המשחק, הצלחנו לשמור על חוויית משחק זורמת, מאתגרת ומהנה, אשר מציבה רף גבוה גם לשחקן האנושי, במיוחד ברמות קושי מתקדמות.