

### סיכום המאמר

סימולציה של משחק המחבואים בו אחד או יותר סוכנים מתחבאים מאחורי אובייקטים כדי למנוע מסוכנים אחרים מלמצוא אותם. הסוכנים המחפשים יחשפו את אלו המתחבאים בסביבה נתונה. למה זה טוב? – ישנם המון תרחישים שקורים בעולם האמיתי שמודל משחק המחבואים יכול לדמות. דוגמאות: שוטרים שמנסים ללכוד פושעים שמתחבאים בתוך מחסן, פיטרול במקום בו יש פעילות חשודה, רחפנים שמנסים להימנע מלהיתפס ועוד. "מדוזה" מאפשר למדל תרחישים מהסוגים האלו על ידי תמיכה בסימולציה של משחק המחבואים, בראיה ובניתוח אסטרטגיות של "מתחבא" ו-"מחפש" בסביבות שונות. למעשה חוקרים את המשחק מנקודת מבטם של הסוכנים כאשר הם משתמשים בתפיסה מבוססת ראייה. סוכן "מתחבא" יצא מהמשחק ברגע שסוכן "מחפש" רואה אותו גם אם הוא אינו בסמוך אליו. מרחב ראייה עבור סוכן יכול להיות בצורת קונוס ואם כן מוגבל, או מקיף ואינו מוגבל.

בנוסף ישנה חשיבות לתמצות של המידע המרחבי. כלומר, חלק מהמיקומים בסביבה מאפשרים סקירה נרחבת/טובה יותר (טוב עבור ה"מחפשים") וחלק מהמיקומים מאפשרים חסימה (הסתתרות) טובה יותר (טוב עבור ה"מתחבאים"). ה"מתחבאים" וה"מחפשים" מקבלים יתרון מתמצות המרחב תוך כדי שלב התכנון שלהם ומשתמשים בו למטרותיהם. לא קיים סימולטור שמאפשר לעשות בקלות תמצות למידע המרחבי בצורה כזאת שתתאים לתרחישים במשחק המחבואים. בדיוק מהצורך הזה צמח "מדוזה", כלומר הצורך של לאפשר סימולציה מרובת סוכנים של תרחישים במשחק המחבואים שמספקת סקירה וחסימה (תמצות המרחב), כמו גם מספקת ביתר קלות תפיסה מבוססת ראייה תצורתית במודלים עבור אלפי סוכנים. "מדוזה" הוא סימולטור מרובה סוכנים שמאפשר תצפית וחקר התנהגויות מתהוות של הרבה סוכנים בתרחישים במשחק המחבואים. הוא מספק ממשק עבור הגדרת הסביבות, תמצות המרחב, התנהגויות סוכנים ושדה ראייה, מבנה קבוצת ה"מתחבאים" וקבוצת ה"מחפשים" ומודלים שמתקשרים. "מדוזה" יכול להתמודד עם אלפי סוכנים.

סימולטור זה הוא בדו-מימד באופן חסום ובעל סביבה מתמשכת  $E \subset \mathbb{R}^2$ . הסביבה מכילה הרבה אובייקטים מצולעים נקרא להם "מכשולי חסימה" כאשר ריבוע הוא מכשול חסימה בסיסי וכל מצולע אחר הוא בעצם הרכבה של ריבועים. "מחפש" או "מתחבא" הוא אובייקט מסוג point בסביבה. וכל אחד מהסוכנים יכול לעשות 16 פעולות – כל פעולה עבור כל כיוון במצפן.

המטרות של שתי הקבוצות בסימולטור הן שונות – קבוצת ה"מתחבאים" תרצה לעכב כמה שיותר את זמן הסילוק שלהם ועבור קבוצת ה"מחפשים" המטרה היא בדיוק הפוכה, כלומר הם ירצו לסלק את ה"מתחבאים" כמה שיותר מהר.

"מדוזה" משייך אזור ראייה עבור כל אחד מהסוכנים. "מתחבא" נראה ל"מחפש" אם הוא נמצא בתוך אזור הראיה של ה"מחפש". אזור הראיה תלוי במצב הנוכחי של הסוכן ומשתנה כאשר הוא זז. ובעצם בכל שלב ועבור כל סוכן הסימולטור בונה את אזור הראיה של הסוכן – הוא נבנה ע"י מעקב אחר המסלול של קרן אחידה הנפלטת ממיקומו של הסוכן. ניתן להחליט על המקסימום של מרחק הראיה ועל גודל זווית הקרן – כל מקרה לגופו.

בהינתן מפה של סביבה "מדוזה" מספק כמה תימצוטי מרחב דיפולטיביים שיכולים להפיק תועלת עבור אסטרטגיות של סוכנים.

נקודה אסטרטגית היא מקום מחבוא טוב. לדוגמא: נק' האמצע של מכשול חסימה ריבוע. כל מכשול חסימה מניב קבוצה של נקודות אסטרטגיה ואיחוד הקבוצות האלו מהווה את הקבוצה SP – קבוצת הנקודות האסטרטגיות של הסביבה E.

נקודת סקירה היא נקודה ממנה ניתן לראות אחת או יותר מנקודות האסטרטגיה אם נסרוק את כל הכיוונים. נקודה זו היא בעצם מקום חיפוש טוב. הקבוצה CP היא קבוצת כל נקודות הסקירה של הסביבה E.

מתארי סקירה – נחלק את הקבוצה CP לקבוצות מסודרות שנקראות מתארי סקירה. לקבוצות אלו יהיו הרבה נקודות אסטרטגיה משותפות בין לבין עצמן. חלוקה זו מאפשרת לנצל את המקומיות מסביב לנקודת סקירה בצורה טובה יותר.

אסטרטגיה של "מתחבא" או "מחפש" היא ספציפית עבור מודל הסוכן. היא פועלת יחד עם מודל ה"הודעה" למטרת שליחה וקבלה של הודעות מחברים אחרים בקבוצה ופועלת יחד גם עם מודל "מנהל המפה" כדי לעבד את הסביבה ולאחסן זאת בצורה המתאימה בתמצות המרחב. אסטרטגיה יכולה להיות מתוארת ע"י הגדרת הפעולה שסוכן צריך לקחת וההודעה שהוא צריך לשלוח.

קבוצות ה"מחפשים" וה"מתחבאים" מוגדרות ע"י מודל ה"קבוצה". קבוצה יכולה להכיל טיפוסים סוכנים שונים, כלומר סוכנים שעובדים לפי אסטרטגיות שונות. מודל ה"קבוצה" מסייע בשליחת הודעות בקרב חברי הקבוצה ומקשר סוכנים יחידים למודל ה"סימולטור". מודל ה"סימולטור" מתאם עם מודל ה"קבוצה" כדי לבצע את פעילות הסוכנים – שינוי מקום וכמו גם שינוי אזור הראיה שלהם.

מודל ה"ניסוי" קובע את תוכן הסימולציה, כלומר את הדברים הבאים: באיזו מפה להשתמש, סוגי ה"מחפשים" וה"מתחבאים" בקבוצותיהם (האסטרטגיות שלהם), מספר ה"מחפשים" וה"מתחבאים", מהירות הסוכנים, רוחב שדה הראיה של סוכנים ומספר הקרנות שמשמשות לעקוב אחרי אזורי ראיה.

מודל ה"ויזואליזציה" מראה את האנימציה של המשחק בו משחקים ה"מתחבאים" וה"מחפשים". הוא מספק ויזואליזציה אונליין (בזמן אמת) וגם אופליין.

לדעתי הסימולטור "מדוזה" הוא אכן בעל חשיבות מאחר שהוא מדמה הרבה תרחישים שקורים במציאות. בנוסף, הוא מתייחס לתמצות המידע המרחבי ולתפיסה מבוססת ראיה של הסוכנים שזה שני דברים חשובים לסימולציה מסוג זה. ולכן יכול לשמש ככלי עזר לפתור המון בעיות בצורה חכמה בתחומים בהם יש תרחישים ממשחק המחבואים. אבל, ישנו גם חסרון בסימולטור הזה לדעתי - העובדה שהוא חסום לדו-מימד היא די מגבילה כי הוא אמור לדמות תרחישים של משחק המחבואים בעולם האמיתי ולכן תלת-מימד היה עדיף. אולי זה משהו שניתן לעבוד עליו בעתיד.