

תרגיל ריצה - חיפוש

הבעיה

עליכם לממש מנוע חיפוש התומך במספר אלגוריתמי חיפוש כדי לפתור את משחק ה- Colored NxM-tile puzzle (הכללה של ה- tile-puzzle שראינו בשיעור).

במשחק נתון לוח בגודל NxM המכיל NxM-1 בלוקים הממוספרים מ-1 ועד NxM-1, ובלוק ריק. חלק מהבלוקים הממוספרים צבועים בשחור, חלק מהם בירוק, וחלק באדום. הבלוקים מסודרים בסדר התחלתי נתון כלשהו, והמטרה היא למצוא את מספר הפעולות הזול ביותר מהסידור ההתחלתי למצב הסופי. במצב הסופי כל הבלוקים מסודרים מ-1 ועד NxM-1 משמאל לימין ומלמעלה למטה (בלי קשר לצבע שלהם), כאשר הבלוק הריק נמצא בפינה הימנית תחתונה. לדוגמה, אם הלוח הוא 3x4 אז המצב הסופי הוא:

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	

שימו לב שהצבע של כל בלוק וכמות הבלוקים הצבועים בצבעים השונים הם חלק מהגדרת המצב ההתחלתי. לדוגמה, במצב התחלתי מסוים עם לוח של 4x5 יכולים להיות כל הבלוקים צבועים בירוק, וישנו מצב התחלתי אחר בו הבלוקים נמצאים בדיוק באותו מקום אבל בלוק 8 ו-2 צבועים בירוק ובלוקים 1, 3 ו-11 צבועים באדום.

הפעולות

בניגוד למשחק ה- tile-puzzle הרגיל שראינו, בו כל ההזזה נחשבת צעד אחד, במשחק הזה ישנן כללים שונים ועלויות שונות התלויות בצבע הבלוק. לא ניתן להזיז כלל בלוק שצבוע שחור. ניתן להזיז כל בלוק אחר שנמצא בסמוך לבלוק הריק. ההזזה של בלוק ירוק לבלוק הריק עולה 1, וההזזה של בלוק אדום לבלוק הריק עולה 30.

מימוש

קלט

התוכנית תקרא את כל הקלט שלה מקובץ יחיד - input.txt. השורה הראשונה בקובץ תקבע באיזה אלגוריתם להשתמש: BFS, DFID, A*, IDA*, או DFBnB. השורה השנייה בקובץ תקבע האם להדפיס את זמן הריצה (with time) או לא (no time). השורה השלישית תקבע האם להדפיס למסך את ה- open list בכל שלב של ריצת אלגוריתם החיפוש (with open) או לא (no open). השורה הרביעית תכיל את גודל הלוח בפורמט הבא: NxM, וז"א לוח המכיל N שורות ו-M עמודות. בשורה החמישית יהיה כתוב Black: ואז רשימה של מספרי כל הבלוקים השחורים, מופרדים ע"י פסיקים. במידה ואין בלוקים שחורים השורה תכיל רק את המילה Black: בשורה השישית יהיה כתוב Red: ואז רשימה של מספרי כל הבלוקים האדומים, מופרדים ע"י פסיקים. במידה ואין בלוקים אדומים השורה תכיל רק את המילה Red: כל שאר הבלוקים שהם לא שחורים או אדומים הם ירוקים. לאחר מכן יופיע הסידור ההתחלתי של הלוח לפי שורות, כאשר יש פסיקים בין מספרי הבלוקים. הבלוק הריק יסומן כ- "_".

פלט

במידה ונכתב בקובץ הקלט no open, כל הפלט ייכתב לקובץ output.txt. אין להדפיס במקרה כזה שום דבר על המסך. בשורה הראשונה בקובץ יש לכתוב את סדרת הפעולות שנמצאה ע"י האלגוריתם. בשורה השנייה יש לכתוב "Num:" ואח"כ את מספר הקודקודים שיוצרו (יש לספור גם קודקודים שלא נכנסו ל-open list). בשורה השלישית יש לכתוב "Cost:" ואח"כ את עלות הפתרון שנמצא. אם בקובץ הקלט נכתב שיש להדפיס גם את זמן הריצה, בשורה הרביעית יש לכתוב את הזמן שלקח לאלגוריתם למצוא את הפתרון (בשניות). הפעולות יסומנו על ידי מספר הבלוק שזו וכיוון ההזזה: R (ימינה), D (למטה), L (שמאלה), U (למעלה). הפעולות יופרדו ע"י מקף. לדוגמה, 6U-7L, מתאר הזזה של בלוק 6 למעלה ואז בלוק 7 שמאלה.

על מנת לקבל פלט אחיד ככל שניתן, נקבע שסדר יצירת הקודקודים בעלי אב משותף יהיה לפי האופרטור שיצר אותם בסדר הבא: שמאלה, למעלה, ימינה, למטה. בנוסף, נחיל יחס סדר על קודקודים בעלי ערך זהה בפונקציית ההערכה $f(n)$, לפי זמן הייצור שלהם. זאת אומרת, נניח שיש שני קודקודים a, b בעלי אותו ערך של $f(n)$, וכרגע A^* צריך לבחור אחד מהם (כי ערך ה- $f(n)$ שלהם הוא הקטן ביותר בתור העדיפויות). במקרה כזה A^* יבחר את a אם הוא נוצר באיטרציה השנייה ו-b נוצר באיטרציה הרביעית, או אם a ו-b נוצרו באיטרציה השנייה אבל a נוצר ע"י האופרטור למעלה, ו-b נוצר ע"י האופרטור ימינה. כך גם ב- DFBnB, שממייין את הקודקודים לפי ערכי $f(n)$, אם יש מספר קודקודים בעלי אותו ערך הם יסודרו לפי זמן הייצור שלהם.

במידה ונכתב בקובץ הפלט with open, הפלט ייכתב לקובץ ה-output בדיוק כמו מקודם, אלא שבנוסף יש להדפיס למסך את התוכן של ה-open-list בכל איטרציה של האלגוריתם (=לפני כל הוצאה מה-open list).

בנוסף יש להגיש קובץ וורד details.docx. בתחילת הקובץ יש לכתוב את פרטי המגיש (שם ות.ז.). לאחר מכן יש לתאר במילים את הפונקציה היוריסטית בה בחרתם להשתמש ולהוכיח בצורה פורמאלית מדוע היא admissible ו-consistent.

דגשים

- BFS ו-A* ימומשו עם closed list. יש להשתמש ב-hash-table גם עבור ה-open list כמו שלמדנו.
- IDA* ו-DFBnB ימומשו עם מחסנית וללא closed-list אך עם loop-avoidance, ז"א בדיקה האם הקודקוד המפותח נמצא על הענף שעליו אנחנו עובדים או כבר במחסנית.
- DFID ימומש בצורה רקורסיבית, ללא closed-list אך עם loop-avoidance.
- אם לא נמצא מסלול יש לכתוב: "no path" בשורה הראשונה של קובץ הפלט. בשורה השנייה יש לכתוב "Num:" ואח"כ את מספר הקודקודים שיוצרו. השורה השלישית תהיה ריקה.
- ב-DFID האיטרציה הראשונה היא כאשר $l=1$, כי ברור שהמצב ההתחלתי אינו המצב הסופי.
- למרות שהמטרה שלנו היא מציאת המסלול הזול ביותר, BFS ו-DFID לא ימצאו בהכרח את המסלול הזול ביותר אלא את המסלול הקצר ביותר (=עם הכי פחות פעולות הזזה).
- יש לממש את האלגוריתמים לפי מה שלמדנו בכיתה. בפרט, אין לבצע פעולה ומיד אחריה את הפעולה ההופכית לה (לכן ה-branching factor המקסימלי הוא 3).
- כדי לא לאבד סתם נקודות, הקפידו על פלט בדיוק לפי ההוראות: רווחים, אותיות גדולות, 4x5 ולא 4X5, וכו'.

אופן הניקוד

- קוד נכון, שמממש את האלגוריתמים כמו שנלמדו בכיתה, ומחזיר את התוצאה המבוקשת על כל הקלטים החוקיים.
- איכות הפונקציה היוריסטית בה בחרתם להשתמש ב-A*, IDA* ו-DFBnB (זו כמובן אותה הפונקציה), ונכונות ההוכחה שהפונקציה היא admissible ו-consistent.
- קוד מתועד וקריא (שמות משתנים ופונקציות משמעותיים).
- הגשה בזמן.

פרטי ההגשה

- ההגשה ביחידים בלבד. תתבצע בדיקת העתקות.
- ניתן לכתוב את התוכנית ב-Java בלבד, והיא צריכה להתקמפל ולרוץ בגרסת 1.8. שם המחלקה בה נמצאת פונקציית ה-main יהיה Ex1. יש להשתמש ב-default-package בלבד (ללא תתי תיקיות). חובה להגיש את קבצי המקור.
- אין לממש GUI.
- עליכם להניח שקובץ ה-input.txt (שאתם מקבלים כקלט) נמצא באותה ספרייה בה נמצאת התוכנית, ולכן אין לקרוא את המיקום שלו כארגומנט או לציין ספרייה ספציפית בקוד שאתם מגישים (במידה וכן, ירדו על כך נקודות).
- קובץ ה-output.txt (שאתם מוציאים כפלט) צריך להיכתב באותה ספרייה בה נמצאת התוכנית, ולכן אין לקרוא את המיקום שלו כארגומנט או לציין ספרייה ספציפית בקוד שאתם מגישים (במידה וכן, ירדו על כך נקודות).
- ייתן קלט ופלט לדוגמה. ודאו שתוכנתכם עובדת אותו כמו שצריך, אך זהו לא הקלט היחיד אותו תיבדק התוכנית.
- התוכנית תיבדק דרך ה-command line ולא ב-eclipse. לכן, כדי לוודא שהתוכנית שלכם עובדת עליכם להעתיק את קבצי המקור ואת הקובץ input.txt שניתן כדוגמה לאחת הספריות במחשב, לפתוח command line ולהריץ javac *.java ואז java Ex1. התוכנית תיצור את הקובץ output.txt באותה ספרייה והוא צריך להיות זהה לקובץ output.txt שניתן כדוגמה.
- ההגשה נעשית דרך מערכת הגשות submit (פרטים בהמשך). תאריך הגשת התרגיל - 14.06.20

בהצלחה!