אוניברסיטת בן גוריון

הפקולטה למדעי המחשב

מיני פרוייקט - נושאים במשחקי חשיבה – חידאתו

*מטרת ונושא הפרוייקט: להבין כיצד ניתן להשתמש בכלים מקורסים קודמים לפתרון המשחק חידאתו. במידת האפשר נתבונן גם במופעים אקראיים של הבעיה וננסה להבין את התנהגותם הטיפוסית.*

מרצה הקורס: פרופ' דניאל ברנד

מגישים: טל יצחק (204260533)

חיים סבן (308000371)

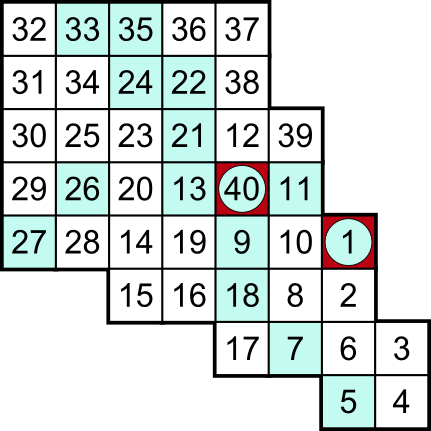
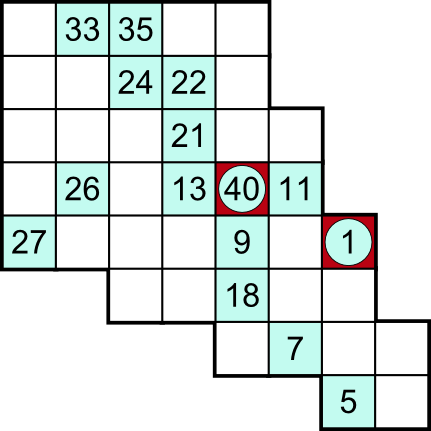
כלל הקוד בפרויקט נכתב בJava, וזמין ב-GitHub:

[github.com/talitz/Topics-in-Logic-Puzzle-Mini-Project-On-Hidato](https://github.com/talitz/Combinatorial-Optimization-MaxSAT)

סמסטר ב', תשע"ז, 2017

חידאתו – מבוא וכללי המשחק

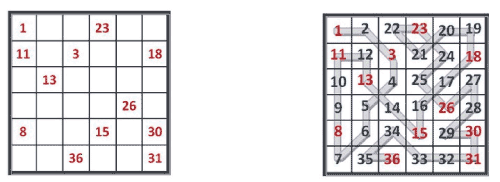
חידאתו היא חידה בה יש למלא על לוח משובץ את המספרים החסרים. על לוח החידה מסומנים בעיגול שני [מספרים](https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%9E%D7%A1%D7%A4%D7%A8_%D7%98%D7%91%D7%A2%D7%99), הקטן ביותר והגדול ביותר שיופיעו עליו. כמו כן מופיעים על הלוח מספרים נוספים, שהם תחילתו של הפתרון, ומבטיחים שלחידה פתרון יחיד. על פותר החידה לשבץ מספרים נוספים על הלוח, כך שתיווצר שרשרת של מספרים עוקבים. שני מספרים הם מספרים סמוכים בשרשרת כאשר הם נמצאים על הלוח זה לצד זה, אנכית, אופקית או באלכסון.



בהינתן מופע כלשהו של משחק החידאתו, ננסה לפתור את המשחק בעזרת רדוקציה לבעיות מוכרות במדעי המחשב.

רדוקציה למסלול המילטון עם אילוצים

נשים לב שפיתרון של בעיית החידאתו מגדיר מסלול, שמתחיל בקודקוד עם הערך ההתחלתי בחידה (בדוגמא: 1), עובר דרך הריבועים עם הערכים 2,3,4, וכן הלאה עד הערך הגדול ביותר 36.

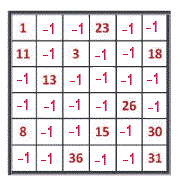


אם כן, בהגדרת הרדוקציה נרצה להשתמש בקופסה השחורה כאלגוריתם שבהינתן גרף, מחזיר את מסלול המילטון בגרף אם קיים, ואם לא מחזיר "לא קיים".

נגדיר מספר מושגים שיעזרו לנו בהצגת האלגוריתם:

קלט לבעיה: מערך דו מימדי nxn, כאשר כל תא במערך מייצג מספר נתון של בעיית החידאתו, או 1- כמקום ריק שעל השחקן למלא.

דוגמא:

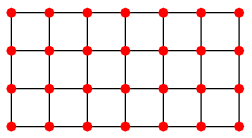


רשימת "הערכים החסרים" :M לבעיה הנתונה היא כל הערכים אותם השחקן צריך להשלים בעצמו, למשל בדוגמא הנתונה:

M = {2,4,5,6,7,9,10,12,14,16,17,19,20,21,22,24,25,27,28,29,32,33,34,35}

גרף סריג (grid/lattice graph): גרף דו-מימדי mxn, אשר ניתן להצגה במערכת צירים אוקלידית R^n, ויוצר אריח (סריג).

דוגמא: סריג 4 על 7:



נגדיר מסלול המילטון שמקיים אילוצים על הקודקודים:

בהינתן גרף G=(V,E), כאשר לכל קודקוד v in V, נגדיר אילוצים באופן הבא:

1. לכל קודקוד יש ערך מסוים (מספר טבעי כלשהו), או אין ערך (נייצג ע"י המספר מינוס 1).
2. רשימת הערכים המתאימים לקודקודים תגדיר את האילוצים עבור אותו הגרף.

מסלול המילטון עם אילוצים יהיה מסלול המילטון אשר מקיים כי עבור המסלול P = (,,,,…,), אם הקודקוד ה-i במסלול הוא בעל ערך k != -1, אזי i=k.

דוגמא:

עם הערכים: *, נקבל כי:*

1. הוא מסלול המילטון, אבל לא מסלול המילטון עם אילוצים, משום שהקודקוד הוא הקודקוד השני במסלול ובעל ערך השווה ל3 != 2.
2. הוא מסלול המילטון עם אילוצים, משום שמתקיים:
   1. *הקודקוד הוא הראשון במסלול ועם ערך השונה ממינוס אחד ושווה ל1.*
   2. *הקודקוד הוא השני במסלול ועם ערך השונה ממינוס 1 ושווה ל2.*
   3. *הקודקוד הוא הקודקוד השלישי במסלול, עם ערך השווה למינוס אחד ולכן אין תנאי עבור ערכו.*
   4. *הקודקוד הוא הקודקוד הרביעי במסלול, עם ערך השווה ל4.*

אלגוריתם לפיתרון בעיית החידאתו בעזרת רדוקציה למסלול המילטון עם אילוצים על הקודקודים:

בהינתן קלט H לבעיה:

1. בנה את רשימת הערכים החסרים M בחידה ומיין אותם מקטן לגדול.
2. סמן את קודקוד 1 כחלק ממסלול המילטון.
3. בנה מהבעיה H גרף סריג מכוון G = (V,E).
4. הסר את כל הקשתות הנכנסות לקודקוד שערכו 1.
5. עבור על הגרף G ולכל 2 קודקודים עם ערכים סמוכים (a,a+1) (אנכית, אופקית או באלכסון):

4.1. הסר את כל הצלעות (x,a+1), x != a.

4.2. הסר את (a+1,a).

4.3. אם a היא חלק ממסלול המילטון הסר את כל הצלעות (a,x), כאשר a+1 != x.

1. כל עוד M לא ריקה:

4.1. בחר b in M מינימלי.

4.2. מצא את הקודקוד a עם הערך הגדול ביותר ב- G שהוא חלק ממסלול המילטון.

4.3. מצא את כל אפשרויות השיבוץ של b כשכן של a, כאינדקסים (i,j) in O.

4.4. שבץ את b כשכן של a מתוך O, והסר אותו מO.

4.5. תהי currValues רשימת האילוצים העדכנית של הקודקודים לפי ערכיהם הנוכחיים.

4.5. כל עוד לא קיים מסלול המילטון עם אילוצים currValues על הקודקודים בגרף G:

4.5.1. אם O ריקה, החזר "אין פיתרון לחידאתו" וסיים.

4.5.2. בחר שיבוץ כלשהו של b כשכן של a מתוך O, והסר אותו מO.

4.6. סמן את הקודקוד b כחלק ממסלול המילטון.

4.7. הסר את כל הצלעות (x,b), x != a.

4.8. הסר את (b,a).

4.9. אם a היא חלק ממסלול המילטון הסר את כל הצלעות (a,x), כאשר b != x.

5. החזר את G.