**3.1 דייקסטרה**

1. מאחר והפאזל שלנו הוא 3 על 3, נקבל כי יש בדיוק 9! קונפיגורציות לריבועים. נרצה להריץ את אלגוריתם דייקסטרה על הגרף. על מנת להימנע מלבנות את הגרף במלואו, בכל פעם שנבחר קודקוד בגרף שממנו נמשיך נבנה אך ורק את ההמשך ממנו. כלומר, אנחנו מתחילים מהמצב הסופי, ומתעלמים בזמן ההרצה מכל הדרכים שאנו יודעים בוודאות שהפתרון לא עובר דרכן.

**3.2 A\***

1. נשתמש בהגדרה של מרחק מנהטן כדי לבנות יוריסטיקה קבילה. נגדיר לכל מספר על הפאזל וקטור מיקום שהוא וקטור דו-מימדי שמכיל באיברו הראשון את השורה של המספר ובאיברו השני את העמודה של המספר. נסמן בw את המצב הסופי. נגדיר את היוריסטיקה:

*נראה כי היוריסטיקה קונסיסטנטית ולכן קבילה. כלומר, כי תמיד מתקיים:*

*נתחיל מהמקרה בו* u *אינו שכן של* v. *במקרה הזה המחיר של לעבור בין השניים הוא אינסוף, ומאחר ומרחק מנהטן מחזיר ערכים סופיים בלבד, הטענה מתקיימת כדרוש.*

*במקרה בו* u *ו*v *שכנים, המחיר לעבור ביניהם הוא 1. נראה כי הדרישה מתקיימת:*

*אם השניים שכנים, נובע מכך בהכרח כי ניתן לעבור ביניהם בצעד אחד, ומכך נובע כי הם שונים במיקום של ספרה אחת בלבד. נסמן את האינדקס של הספרה הזו ב*j. *מכך:*

*נניח בה"כ כי המיקום שונה בשורה ונקבל:*

*מאחר וניתן לעבור בין המצבים בצעד אחד נוכל לומר:*

*ונקבל:*

*נסמן:*

*ונשים לב כי ניתן לרשום:*

*ומכך נקבל:*

*כדרוש.*

*3. נראה כי היוריסטיקה קבילה. בהינתן שיש לנו* n *מספרים במקום הלא נכון (כאשר* n *מוגבל ל8) המספר המינימלי של צעדים שיש לעשות כדי להביא את הפאזל לפתרון הוא* n, *מכך שמתקיים:*

*נשווה בין היוריסטיקה הנ"ל ליוריסטיקת מרחק מנהטן. עבור היוריסטיקה הנ"ל קיבלנו מעבר על 3878 מצבים. עבור יוריסטיקת מרחק מנהטן קיבלנו מעבר על 1640 מצבים. מכך שיוריסטיקת מרחק מנהטן "מכוונת" את האלגוריתם בצורה טובה יותר ועל כן היא עדיפה.*

*4.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *זמן ריצה (שניות)* | *מספר מצבים* |
| *דייקסטרה* | *8.481332* | *122710* |
| A\* | *1.056174* | *15535* |

*5.*

* *הפרמטר מהווה נורמליזציה לערך שמחזירה פונקציית היוריסטיקה. כלומר "כמה חשובה" היוריסטיקה לעומת המרחק הסטנדרטי. במקרה של אלגוריתמי חיפוש בגרף ישנם 3 מקרים מעניינים:*
  + *– במקרה הזה האלגוריתם הוא אלגוריתם דייקסטרה*
  + *– במקרה הזה האלגוריתם הוא אלגוריתם A\*.*
  + *– במקרה הזה האלגוריתם יתעדף את היוריסטיקה על המרחק ונקבל אלגוריתמים שמצמצמים את היוריסטיקה במקום המרחק.*
* *נקבל את התוצאות הבאות:*
  + *– מספר צעדים: 19 זמן ריצה: 2.707792 מספר מצבים: 43023*
  + *– מספר צעדים: 19 זמן ריצה: 0.095793 מספר מצבים: 1640*
  + *- מספר צעדים: 19 זמן ריצה: 0.070810 מספר מצבים: 1252*

*בשני המקרים הראשונים קיבלנו את התוצאות שכבר קיבלנו בהרצות ראשוניות של האלגוריתמים.* המקרה השלישי הוא מקרה מיוחד. מאחר והיוריסטיקה "מנסה" גם היא להביא אותנו למצב הסופי הנכון קיבלנו את אותו מספר צעדים.