**פתרון בעיית הסוכן הנוסע באמצעות**

**Simulated Annealing**

1. **בחירת הארגומנטים -**

טמפרטורה - 40

מספר איטרציות מקסימלי - 5^10

חסם תחתון לטמפרטורה - 1e-5

מקדם להורדה לינארית של הטמפרטורה - 0.999

מספר מקסימלי של איטרציות פנימיות - 50

**2. אופי ריצת האלגוריתם -**

על מנת לנסות ו״למקסם״ את בעיית הסוכן הנוסע באמצעות האלגוריתם SA החלטתי להשתמש באלגוריתם שנלמד בהרצאה ובמעבדה ולהוסיף לו מימד המשלב את אותם ״הגרלות״ בהם עשינו שימוש בעבר אך הוספתי מימד נוסף לשיפור ריצת האלגוריתם על בעיה זו.

* ריצת האלגוריתם מותנית בתנאי הלולאה החיצונית כאשר אנחנו נדרוש שירוץ כל עוד הטמפרטורה הנוכחית עוד לא הגיע למינימום ( המתקבל כארגומנט )

בנוסף כל עוד לא הגיע למספר האיטרציות המקסימלי.

* ע״י שימוש בלולאה פנימית המוגבלת למספר איטרציות הניתנת כארגומנט

בוחרים שני מספרים באופן רנדומלי באופן הבא:

המספר הראשון יהיה מספר בין 2 ל130 במקרה של הקלט לתרגיל זה

והמספר השני יהיה מספר בין 0 ל130 פחות המספר הראשון.

המטרה של בחירה זו היא ליצור מקטע (interval) שעל המקטע הזה ברשימת הקשתות נוכל לעשות החלפה ולקבל למעשה שינוי פחות ״אגרסיבי״ מאשר החלפה טריוויאלית של שתיי קשתות (דרכים).

* בכל איטרציה של הלולאה הפנימית ניקח את הפרמוטציה הקיימת וע״י היפוך הסדר של המקטע אותו הגרלנו נקבל פרמוטציה שונה ונחשב אותה ע״י פונקציית המטרה (ComputeTourLength).

ולאחר מכן נבדוק אם חל שיפור או אם לא, האם אפשר לקבל הרעה בהסתברות מסויימת ע״פ האלגוריתם הבסיסי.

**נמחיש זאת באמצעות דוגמא:**

ניקח מערך פשוט של מספרים שלמים

(השורה הראשונה מייצגת אינדקס, השורה השנייה מייצגת ערך)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 8 | 5 | 11 | 7 | 9 | 3 |

כעת אם ננסה לעשות החלפה בשיטה הטריוויאלית למשל נחליף את המקומות

2 ו 5 במערך

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 8 | 9 | 11 | 7 | 5 | 3 |

נספור כעת כמה שינויי מרחק נעשו בפרמוטציה הנתונה:

1. המרחק בין 3 ל5 השתנה
2. המרחק בין 5 ל7 השתנה
3. המרחק בין 9 ל8 השתנה
4. המרחק בין 9 ל11 השתנה

כעת נפעיל פעולת רברס על האינטרוול [2:5] בפרמוטציה המקורית ונבחן את מספר

השינויים שוב:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 8 | 9 | 7 | 11 | 5 | 3 |

1. המרחק בין 5 ל 8 השתנה
2. המרחק בין 9 ל3 השתנה

כלומר בהחלפת מקטעים כמו שתיארתי השינוי הוא יותר ״מבוקר״ מבחינת שינוי המסלול, רק ״קצוות״ המסלול משנים כיוון.

כל מה שבינהם נשאר כשהיה.

**3. תוצאות -**

בריצה ממוצעת עם האלגוריתם הממוצע ( על גבי 30 הרצות) התקבלה תוצאה של :

6536.

בריצה הטובה ביותר של האלגוריתם על הבעייה הנתונה התקבלו:

התוצאה הסופית: 6287.7.

מספר האיטרציות שלקח לאלגוריתם לעצור:100,000.

הזמן שלקח לאלגוריתם לעצור : 215 שניות.

הפרמוטציה שהתקבלה עבור ריצה זו:

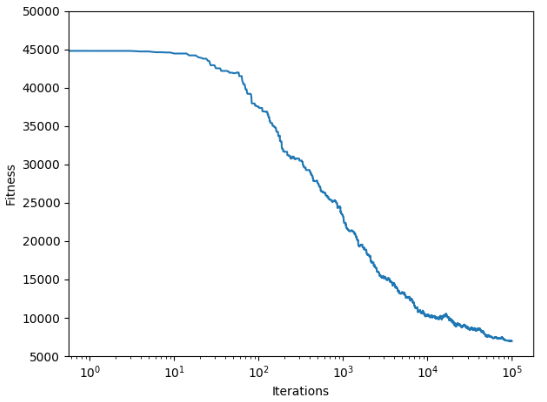
[119, 52, 57, 48, 90, 71, 105, 37, 91, 72, 98, 74, 73, 51, 64, 55, 8, 56, 81, 100, 122, 110, 118, 35, 83, 112, 31, 24, 47, 67, 62, 97, 109, 88, 93, 76, 102, 80, 86, 11, 78, 94, 115, 23, 28, 14, 99, 30, 16, 33, 26, 18, 42, 103, 126, 106, 69, 6, 96, 25, 87, 85, 68, 63, 123, 128, 60, 108, 75, 10, 4, 44, 15, 127, 0, 40, 129, 70, 38, 116, 111, 104, 61, 114, 27, 65, 84, 124, 89, 77, 120, 125, 58, 29, 82, 2, 113, 107, 7, 17, 20, 32, 12, 95, 66, 13, 9, 101, 5, 54, 121, 22, 39, 46, 21, 36, 92, 19, 117, 45, 79, 49, 1, 53, 34, 3, 43, 41, 50, 59]

להלן גרף המתאר את ריצת האלגוריתם כאשר ציר הy מתאר את הFitness

(כלומר המרחק) וציר הx את מספר האיטרציות, על פי גרף זה ניתן לראות

את השינוים החלים כתוצאה מקבלת הרעות ושיפורים שהאלגוריתם עושה

עם התקדמות הריצה.



לשם השוואה התאמתי את האלגוריתם של ״מטפס הערים״ מהמעבדה אל הגרף

(הקלט לבעיה).

האלגוריתם מתבסס על ריצה התלויה רק באיטרציות כאשר כל איטרציה מגרילה פרמוטציה חדשה ובודקת אם היא טובה כמו הקודמת לה אם כן תקבל אחרת לא.

בריצה ממוצעת עם האלגוריתם המוצע ( על גבי 30 הרצות) התקבלה תוצאה של : 39,233

בריצה הטובה ביותר על הבעייה הנתונה התקבלו:

התוצאה הסופית:38771.80

מספר האיטרציות שלקח לאלגוריתם לעצור:100,000

הזמן שלקח לאלגוריתם לעצור:32 שניות

הפרמוטציה שהתקבלה:

[128 55 74 81 18 123 110 98 23 17 111 40 118 35 44 69 120 56

90 88 63 85 103 29 78 61 5 72 91 19 80 66 42 14 3 32

7 36 59 13 122 92 20 82 0 124 53 28 76 33 39 4 9 121

99 2 27 108 97 116 41 64 51 46 47 24 30 37 25 96 126 48

117 107 34 115 67 12 65 15 101 109 86 50 114 129 79 102 1 38

16 45 57 77 70 60 68 89 6 49 104 125 22 95 26 71 93 83

31 112 10 11 73 100 54 21 8 43 119 105 52 62 113 84 94 127

106 87 58 75]

להלן גרף של הריצה המוצלחת ביותר של פתרון הבעיה באמצעות אלגוריתם ״מטפס הרים״ כאשר גם פה הפרמטרים של ציר הx ו y מהווים את אותה משמעות.

