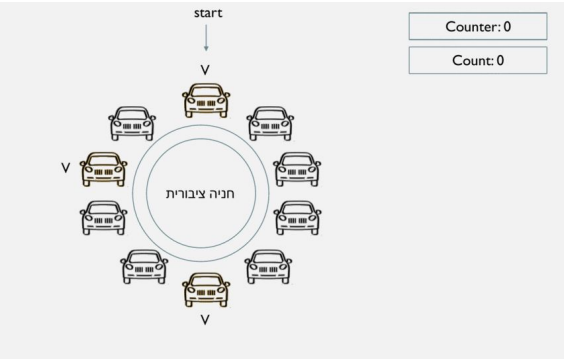
בעיית החניה



תיאור הבעיה

החוקר צריך לספור כמה מכוניות יש בחנייה מעגלית.

☛ אורך המעגל אינו ידוע למחשב.

☛ החנייה גדולה והמחשב רואה רק את המכונית שנמצאת לידו ואת המכונית הבאה.

☛ המחשב יכול לסמן את המכונית בסימן כלשהו, אך הסימן יכול להופיע כבר על מספר מכוניות.

☛ המחשב יכול למחוק את הסימן הקודם ולכתוב סימן חדש.

אלגוריתם

מבנה נתונים - רשימה מקושרת דו- כיוונית או מערך מעגלי (בעזרת מודולו).

1. נסמן ב-V את הרכב הראשון.
2. נתקדם במעגל ונספור את המכוניות עד שנראה מכונית עם הסימן V.
3. נמחק את הסימן V ונרשום במקומו W.
4. נחזור אחורה לנקודת ההתחלה לפי מספר צעדים שספרנו.
5. אם נראה W - סגרנו מעגל, ומספר המכוניות שספרנו הינו מספר המכוניות במעגל. אחרת, אם נראה V - נחזור לסעיף 2.

סיבוכיות

- **במקרה הטוב**

  אין לנו אף מכונית שמסומנת ב-V (חוץ מהמכונית הראשונה שסימנו בהתחלה) ולכן נעבור על מעגל המכוניות פעמיים - (פעם אחת עד שנראה V נוסף ונהפוך ל-W ופעם נוספת כשנחזור אחורה). לכן סך הכל קיבלנו סיבוכיות $O(2n) = O(n)$.

- **במקרה הגרוע**

  על כל מכונית במעגל מסומן לנו V ולכן זמן הריצה יהיה סכום של סדרה חשבונית -

$$1+1 \;+\; 2+2 \;+\; \dots \;+\; n+n \;=\; 2(1+2+\dots+n) = 2\cdot\frac{n\cdot(n+1)}{2} = n\cdot(n+1) = O(n^2)$$

מכיוון שהסיבוכיות נמדדת לפי המקרה הגרוע אז סיבוכיות בעיית החניה היא $O(n^2)$.

מימוש פתרון הבעיה בעזרת רשימה מקושרת דו-כיוונית

מחלקת Node.java

```
public class Node {

   String signed;
   Node next,prev;
   static int id_counter = 0;
   int id;
   public Node() {
       this.signed = "null";
       this.next = null;
       this.prev = null;
       this.id = id_counter++;
   }

   @Override
   public String toString() {
       return "{id=" + id +
               ", next= " + this.next.id +
               ", prev= " + this.prev.id +
               ", signed= " + signed + "}->\n";
   }
}
```

מחלקת CircularList.java (מבנה הנתונים)

```
public class CircularList {
   Node head, tail;
   int size;

   public CircularList(){
       this.head = null;
       this.tail = null;
       this.size = 0;
   }

   public void add(Node newNode) {
       if(head == null) {
           head = newNode;
           tail = newNode;
           newNode.next = head;
           newNode.prev = tail;
       }else {
           Node current = tail;
```

```
            current.next = newNode;
            newNode.prev = current;
            newNode.next = head;
            tail = newNode;
        }
        size++;
    }

    public int size() {
        return this.size;
    }

    public Node getNode(int id) {
        Node current = head;
        while (current != tail) {
            if(current.id == id)
                return current;
            current = current.next;
        }
        if(tail.id == id)
            return tail;
        return null;
    }

    public void print(){
        Node current = head;
        while(current != tail) {
            System.out.print(current.id+"->");
            current = current.next;
        }
        System.out.print(tail.id+"->");
        System.out.println();
    }
}
```

המחלקה הראשית ParkingProblem.java

```
public class ParkingProblem {

    public static int solution(CircularList list) {
        if(list.head == null)
            return 0;

        Node current = list.head;
        current.signed = "v";
        int current_counter = 1;
```

```java
        int main_counter = 0;
        boolean flag = false;

        while(!flag) {

            while (!current.next.signed.equals("v")) {
                current_counter++;
                current = current.next;
            }
            current.next.signed = "w";
            current_counter++;
            main_counter = current_counter;
            while (current_counter != 0) {
                current_counter--;
                current = current.prev;
            }
            if(current.signed.equals("w")) {
                flag = true;
            }
        }

        return main_counter;
    }


    public static void main(String[] args) {
        CircularList list = new CircularList();

        for(int i = 0 ; i < 5 ; i++)
            list.add(new Node());

        list.getNode(1).signed = "v";
        list.getNode(3).signed = "v";
        list.print();
        System.out.println(solution(list));
    }
}
```

מימוש פתרון הבעיה בעזרת מערך מעגלי (מודולו)

כדי לממש פתרון כזה צריך בכלל להבין מה זה מודולו?
אינטואיציה הקלאסית: חשבון מודולרי הוא מה שכולנו עושים כשאנחנו מנסים לדעת מה תהיה השעה עוד כך וכך שעות. אם עכשיו השעה היא 19:00 ואנחנו שואלים "מה תהיה השעה עוד 10 שעות?" אנחנו מוסיפים 10 ל-19, מקבלים 29, ואז מחלקים ב-24 (מספר השעות ביממה), לוקחים את השארית - 5, וזו התשובה.
כאשר השעה כעת היא 20:00, ואנו רוצים לדעת מה תהיה השעה 9 שעות מאוחר יותר, הפעולה שאנו עושים היא $20 + 9 \equiv 5 \ mod\ (24)$.

מימוש בשיטת מודולו במערכים בדרך כלל נכתבת בצורה הבאה:

```
int[] a = {1,2,3,4,5};
int start = 3;
for (int i = 0; i < a.length; i++) {
   System.out.print(a[(start + i) % a.length] + ",");
}
```

כאשר start הוא מיקום ההתחלתי עבור המערך (חייב להיות בגבולות המערך).
נקבל את ההדפסה הבאה: "4,5,1,2,3".
כי עבור צעד ראשון $a[(3+0)\ \%\ 5] = a[3\ \%\ 5] = a[3] = 4$ כלומר $3 \equiv 3\ mod(5)$.
עבור צעד שני $a[(3+1)\%5] = a[4\ \%\ 5] = a[4] = 5$ כלומר $4 \equiv 4\ mod(5)$.
וכך הלאה...

אם נרצה לצעוד לאחור נחליף במקום " start + i " ל- " start - i + a.length ".

```
int[] a = {1,2,3,4,5};
int start = 3;
for (int i = 0; i < a.length; i++) {
   System.out.print(a[(start - i + a.length) % a.length] + ",");
}
```

נקבל את ההדפסה הבאה: "4,3,2,1,5".

המימוש דיי טיפשי כי ידוע לנו אורך המערך ואנו נעזרים בו כדי לפתור באמצעות מודולו.
אבל נניח כי האורך לא נתון לקריאת המשתמש אלא ערך פרטי.
מחלקת פתרון ParkingProblemModulo.java

```
public class ParkingProblemModulo {
   /**
    * 1 means someone marked the car as visited.
    * 2 means that I marked the car as visited.
    * @param arr a numeric array.
    * @return the number of cars.
    */
   public static int solution(int[] arr) {

       int temp_counter = 0;
       int main_counter = 0;
       int start = 1;
       boolean flag = false;
       while(!flag) {

           // go forward
           while(arr[(start + temp_counter) % arr.length] != 1) {
               temp_counter++;
           }

           arr[(start + temp_counter ) % arr.length] = 2;
           temp_counter++;
           main_counter = temp_counter;

           // go backward
           while( temp_counter != 0 ) {
               temp_counter--;
           }
           if(arr[temp_counter] == 2) {
               flag = true;
           }
       }
       return main_counter;
   }

   public static void main(String[] args) {
       int[] a = {1,1,1,1,1};
       System.out.println(solution(a));
       a = new int[]{1,1,1,1,1,1,1,1,1,1};
       System.out.println(solution(a));
   }
}
```