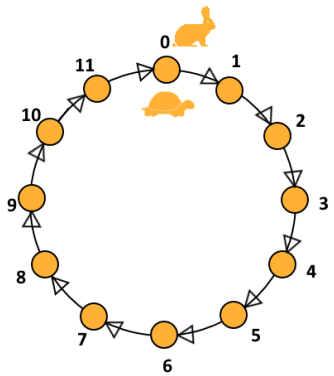
מציאת מעגל ברשימה מקושרת חד-כיוונית בלי זרוע (הארנב והצב)



תיאור הבעיה

☜ צריך להראות כי המסלול הוא מעגלי.

☜ נתון מסלול וקיימים 2 רובוטים - אחד מהיר (הארנב) והשני איטי (הצב), מהירות הארנב גדולה פי 2 ממהירות הצב.

☜ שניהם נעים באותו כיוון במעגל ומתחילים באותו נקודת התחלה.

☜ כדי להוכיח כי מדובר במסלול מעגלי, נבדוק אם הארנב והצב ייפגשו בשלב כלשהו, אם הם יפגשו - המסלול אכן מעגלי, אחרת המסלול לא מעגלי.

הוכחה

נוכיח כי הארנב והצב אכן נפגשים (כלומר שקיים מסלול מעגלי).

נסמן:

n - מספר איברי הרשימה ,

k - מספר האיברים מנקודת ההתחלה ועד לנקודת המפגש,

p - מספר סיבובי הצב,

q - מספר סיבובי הארנב,

i - מספר הצעדים שעשה הצב,

2i- מספר הצעדים שעשה הארנב.

נציג את המשוואות עבור מספר הצעדים של כל אחד מהם:

מספר הצעדים שעשה הצב הוא $i = n \cdot p + k$,

מספר הצעדים שעשה הארנב הוא $2i = n \cdot q + k$.

נכפיל את משוואת הצב ב-2 ונשווה: $2n \cdot p + 2k = n \cdot q + k$

קיבלנו שמספר האיברים מנקודת ההתחלה ועד לנקודת המפגש הוא $k = n(q - 2p)$.

מכאן נובע ש-k היא כפולה של n, כלומר הצב והארנב נפגשים בנקודת ההתחלה.

סיבוכיות

מכיוון שאנו עוברים מספר פעמים על כל האיברים במעגל ובודקים האם קיים מעגל או לא, הסיבוכיות של מציאת מעגל ברשימה מקושרת חד-כיוונית בלי זרוע היא $O(n)$.

- זה לא משנה אם אנחנו עוברים פעם אחת על המעגל או למשל 5 פעמים בסופו של דבר $O(5n) = O(n)$.

מימוש פתרון הבעיה בעזרת רשימה מעגלית

מחלקת Node.java

```
public class Node {

   Node next;
   int id;
   static int unique_id = 0;

   public Node() {
       this.next = null;
       this.id = unique_id++;
   }

}
```

מחלקת CircularList.java (מבנה הנתונים)

```
public class CircularList {

   Node head;
   private int size = 0;

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

   public void add(Node newNode) {
       if(head == null) {
           head = newNode;
           newNode.next = head;
       }
       else {
           Node current = head;
           for(int i = 0 ; i < size-1 ; i++) {
               current = current.next;
           }
           current.next = newNode;
           newNode.next = head;
       }
       size++;
   }

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

דור עזריה

```
    public Node getNode(int id) {
        Node current = head;
        for(int i = 0 ; i < size ; i++) {
            if (current.id == id)
                return current;
            current = current.next;
        }
        return null;
    }
}
```

מחלקת פתרון

```
public class HareAndTortoiseProblem {

    public static boolean isCycled(CircularList list) {
        if(list.head == null)
            return false;
        Node turtle = list.head;
        Node hare = list.head;

        while(hare.next.next != null) {
            hare = hare.next.next;
            turtle = turtle.next;
            if(hare == turtle)
                return true;
        }
        return false;
    }

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

        for(int i = 0 ; i < 8 ; i++)
            list.add(new Node());

        System.out.println(isCycled(list)); // prints true
        list.getNode(7).next = null;
        System.out.println(isCycled(list)); // prints false

    }
}
```