Musteraufgabe

Lustiges Chaos!

Sergeant Jackson ist Dirigent des berühmtesten Marschier-Musik-Corps der Welt. Unter den Soldaten seiner Armee werden jedes Jahr die besten Musiker ausgesucht und dann einem rigorosen Training im Formationsmarschieren unterzogen. Jackson ist ein Perfektionist und sein Corps hat bei internationalen Wettbewerben schon viele Pokale gewonnen. Die ausgeklügelte Marsch-Choreographie sorgt jedes Jahr für großes Aufsehen und Bewunderung.
Leider geht dieses Jahr ausgerechnet bei einer Vorführung vor Staatschefs aus 17 Ländern etwas schief: In Takt 27 sollen sich die Musiker, die in einer Linie auf der großen Plaza der Stadt stehen, auf Taktschlag 3 um 90° drehen. Nur haben einige Soldaten vergessen, ob es nach links oder nach rechts gehen soll, und es kommt, wie es kommen muss: Manche Soldaten drehen sich nach rechts, andere nach links. Doch alle Musiker erinnern sich noch an den Leitsatz, den ihnen Jackson eingebleut hat:
"Frauen! Männer! Wenn ihr euch dreht und ihr schaut eurem Nachbarn ins Gesicht, dann habt ihr Mist gebaut! Aber keine Sorge! Wenn das passiert, dreht ihr euch beim nächsten Schlag in die andere Richtung! Das sind 180°! Und wenn dann immer noch wer seinem Nachbarn ins Gesicht schaut, dann macht ihr das nochmal! Und so weiter, bis Ruhe einkehrt! Alles klar?"
"Sir! Yes! Sir!!"
Das ist nicht so schwierig, und die Soldaten folgen den Anweisungen ihres Sergeanten und drehen sich und drehen sich wieder. Einige der Soldaten kommen nach der dritten Drehung ins Schwitzen und fragen sich, ob sie jemals zum Stillstand kommen.

Aufgabe:

1. Kommen die Musiker jemals zur Ruhe?
2. Wenn ja, wie lange dauert es?
3. Schreibe ein Programm, welches die Anzahl der Soldaten einliest und, für jeden Soldaten, ob er sich bei der ersten Drehung nach links oder rechts dreht. Das Programm soll dann für jeden folgenden Taktschlag anzeigen, wie sich die Soldaten gedreht haben. Es soll anhalten, wenn keine weiteren Drehungen mehr stattfinden. Schicke uns drei Beispiele, darunter das mit der folgenden "Mist-gebaut-Situation": **l r l l r l r r r r l l l r r l r l r l**
4. Erweitere das Programm so, dass es für eine gegebene Anzahl der Soldaten deren Anfangsdrehung eigenständig zufällig auswählen kann.

Lösungsidee und Programmdokumentation:

Beginnt man mit einer Folge, in der von den n Musikern m nach rechts sehen, endet man immer mit einer Folge l…lr…r, bestehend aus (n-m) l's und m r's, denn die Gesamtzahl der nach rechts blickenden Musiker bleibt gleich und damit natürlich auch die Gesamtzahl der nach links blickenden Musiker. (Warum? Weil bei jedem Drehen der Musiker aus einem Paar (rl) ein Paar (lr) wird, d.h. l und r tauschen nur die Plätze.)
Anders ausgedrückt: Es findet eine Art Bubblesort statt, bei der die l's alle nach links blubbern und die r's nach rechts. Im Unterschied zu Bubblesort werden hier allerdings in jedem Schritt mehrere Paare (rl) vertauscht, falls vorhanden.

1. Kommen die Musiker jemals zur Ruhe?

Ja. Irgendwann landet ein l am linken Rand. Dieses dreht sich nie wieder, da es niemandem ins Gesicht sieht. Genauso wird sich sein rechter Nachbar nie wieder drehen, wenn er erst einmal nach links schaut, denn da sieht er nur den Rücken des Linksaußen, usw.usf. Entsprechendes gilt natürlich auch für den rechten Rand.

2. Wenn ja, wie lange dauert es?

Bei n Musikern maximal n-1 Taktschläge. Der Worst Case tritt ein, falls die Musiker wie folgt stehen: r…rl, denn dann wandert das l mit jedem Taktschlag um eine Position nach links bis es schließlich nach n-1 Taktschlägen links außen angekommen ist. (Bzw. umgekehrt mit einem einsamen r am linken Rand.)

3. Programm:

Die Musiker werden in einem Feld der Größe 10000 gespeichert, wobei für jeden Musiker bekannt ist, ob er sich am Anfang nach links oder nach rechts gedreht hat. Dann wird folgender Vorgang solange wiederholt, bis ein Taktschlag zu keiner Änderung der Situation geführt hat:
Für je zwei benachbarte Musiker, nehmen wir an, sie stehen an den Positionen i und i+1 im Feld, wird bestimmt, ob sie sich drehen müssen oder nicht. Sie müssen sich genau dann drehen, wenn der an Position i stehende Musiker nach rechts sieht und sein Nachbar auf Position i+1 nach links. Wurde nicht gedreht, betrachtet man als nächstes das Paar an den Positionen i+1 und i+2; haben sich die Musiker gedreht, darf man i+1 nicht mehr betrachten, sondern fährt direkt mit dem Paar an i+2 und i+3 fort.
Die Hilfsvariable Change gibt an, ob überhaupt noch Drehungen erfolgten. Wenn nicht, haben die Musiker eine Aufstellung erreicht, in der sie niemandem mehr ins Gesicht sehen.

Lösung für die geforderte Eingabe:

```
 0: l r l l r l r r r r l l l r r l r l r l
 1: l l r r l l r r r r l r l l r l r l r l r
 2: l l l r l r r r l r l r l l r l r l r l r
 3: l l l l r r r l r l r l r l l r l r r r r
 4: l l l l r r l r l r l r l r l l r r r r r
 5: l l l l r r l r l r l r l r l r r r r r r
 6: l l l l l r r l r l r l r l r l r r r r r
 7: l l l l l l r l r l r l r l r r r r r r r
 8: l l l l l l l r l r l r l r r r r r r r r
 9: l l l l l l l l r l r l r r r r r r r r r
10: l l l l l l l l l r l r r r r r r r r r r
11: l l l l l l l l l l r r r r r r r r r r r
```

Halbformale Programmbeschreibung:

Einlesen der Anzahl Musiker;
Zufällige Orientierung?
  Ja: Zufällige Zuordnung von r und l zu Musikern
  Nein: Eingabe der Orientierungen;
Wiederhole:
  Für i := 1 bis Anzahl der Musiker -1:
    Sehen sich i und i+1 an?
      Ja: Drehe i, drehe i+1, überspringe i+1;
      Nein: weiter mit i+1;
bis in einem Durchlauf keine Drehungen mehr auftraten.

Programmtext:

```
program Musikcorps;
uses
   Crt;
const
   maxMusiker = 10000;
   rechts = true;
   links = false;
var
   AnzMusiker : integer;
   Musiker : array[1..maxMusiker] of boolean;
   AnzSchlaege : integer;  {Anzahl an Taktschlägen}

procedure Eingabe;
var
   s : string;
   i : integer;
begin
   ClrScr;
   {init}
   AnzSchlaege:= 0;
   {Eingabe: Anzahl der Musiker}
   write('Anzahl Musiker: ');
   readln(AnzMusiker);
   if AnzMusiker < 0 then AnzMusiker := 0;
   if AnzMusiker > maxMusiker then AnzMusiker :=
   maxMusiker;
   writeln;
   {Eingabe: Ausgangssituation}
   write('Ausgangssituation zufällig ? (j/n) ');
   readln(s);
   writeln;
   if s = 'j' then
   begin    {zufällig}
   randomize;
   for i := 1 to AnzMusiker do
   if random(2) = 0 then Musiker[i] := rechts
   else Musiker[i] := links;
   end
   else
   begin    {von Hand}
   ClrScr;
   for i := 1 to AnzMusiker do
   begin
   write('Drehung des ',i,'. Musikers (l/r): ');
   readln(s);
   if s = 'r' then Musiker[i] := rechts
   else Musiker[i] := links;
   end;
   end;
   end; {Eingabe}

procedure Verarbeitung;
var
   Change : boolean;
   i : integer;
begin
   ClrScr;
   writeln('Anzahl Musiker: ',AnzMusiker);
   writeln;
   repeat
   {Ausgabe der aktuellen Situation}
   write(AnzSchlaege,': ');
   for i := 1 to AnzMusiker do
   if Musiker[i] = rechts then write('r ')
   else write('l ');
   readln;
   AnzSchlaege := AnzSchlaege+1;
   Change := false;
   i := 1;
   while i < AnzMusiker do
   begin
   if (Musiker[i] = rechts) and (Musiker[i+1] = links)
   then
   begin
      Musiker[i] := links;
      Musiker[i+1] := rechts;
      inc(i);    {Musiker i+1 nicht mehr prüfen}
      Change := true;
   end;
   inc(i);
   end;  {while}
   {Solange wiederholen, bis keine Änderung der
   Situation mehr stattfand.}
   until Change = false;
   writeln;
   writeln('Fertig !!!');
   readln;
end; {Verarbeitung}

{H A U P T P R O G R A M M}
begin
   Eingabe;
   Verarbeitung;
end.
```

Design: Kuhn, Kammann & Kuhn, Köln Illustration: Gunnar Collet, Mathias Wegener, Köln Druck: DFS Druck und Verlag, Köln