

Aufgabe 3: Trickey

1 Lösungsidee

Berechnen der Rangliste

Zum Ermitteln des aktuellen Standes der Rangliste wird die Datei mit den Spielergebnissen eingelesen und jedes Spiel ausgewertet: Die geschossenen Tore werden zu jedem Team hinzuaddiert. Es wird ermittelt, wie viele Mannschaften die größte Anzahl Tore geschossen haben. Hat nur eine Mannschaft die meisten Tore, dann bekommt diese 5 Punkte. Bei zwei Mannschaften mit der gleichen Anzahl von Toren bekommen diese 2 Punkte. Gibt es einen Gleichstand für alle Mannschaften, dann bekommen alle Mannschaften einen Punkt.

Nachdem dies für alle bekannten Spielergebnisse gemacht wurde, kann die Rangliste der Mannschaften berechnet werden. Dazu werden die Mannschaften absteigend nach ihren Punkten sortiert. Die erste Mannschaft bekommt den 1. Platz, die zweite Mannschaft den 2. Platz, usw. zugeschrieben. Die in der Aufgabenstellung beschriebenen Sonderfälle müssen dabei jedoch beachtet werden: Haben Mannschaften die gleiche Punktezahl, so entscheidet die Toranzahl über die Platzierung. Ist auch die Toranzahl die selbe, dann müssen sich die betreffenden Mannschaften den Platz teilen.

Bestmöglicher Platz

Die Mannschaft, von der man wissen möchten, welchen bestmöglichen Platz diese noch erreichen kann, wird im Folgenden mit M bezeichnet.

Zunächst werden die Spielergebnisse eingelesen und der aktuelle Stand der Rangliste berechnet. Dann werden alle noch unbekannten Spielergebnisse so berechnet, dass M den bestmöglichen Platz erreicht. Dabei gelten folgende Regeln:

Ist M selbst im Spiel, dann wird M als einzige Mannschaft gewinnen. Die dort zu vergebenen Tore richten sich nach der Toranzahl der Mannschaft, die momentan in der Rangliste auf Platz 1 steht. Hat M mehr Tore als die Mannschaft auf dem 1. Platz, so bekommt M nur ein Tor zugeschrieben. Ansonsten bekommt M für dieses Spiel

$$(\text{Toranzahl von Mannschaft auf den 1. Platz} - \text{Toranzahl von } M) + 1$$

Tore. Auf diese Weise hat M bei einem eventuellen Punktegleichstand mehr Tore als die andere Mannschaft und erreicht so einen besseren Platz.

Ist M nicht im Spiel, so bekommen alle die Mannschaften, die momentan einen besseren Platz in der Rangliste als M haben keine Tore und alle anderen ein Tor.

Nach jedem so ermittelten Spielergebnis wird die Rangliste aktualisiert. Die Mannschaft auf den 1. Platz kann dann also eine andere Mannschaft oder vielleicht sogar schon M selbst sein.

Mannschaftskombinationen

Die Anzahl der möglichen Mannschaftskombinationen ist, wie schon in der Aufgabestellung geschrieben, der Binomialkoeffizient $\binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$. k bezeichnet dabei die Anzahl der Mannschaften auf dem Spielfeld. Es müssen also mindestens k Mannschaften in der Saison mitspielen.

Das Erzeugen der Mannschaftskombinationen habe ich mit einer rekursiven Funktion realisiert.

Erweiterungen

Mannschaften pro Spiel

Da der Algorithmus gleichermaßen für zwei oder mehr als drei Mannschaften pro Spiel funktioniert, habe ich mein Programm auch dahingehend erweitert. Es wird automatisch erkannt wie viele Mannschaften auf dem Spielfeld spielen: Für zwei Mannschaften pro Spiel schreibt man in die Datei das Spielergebnis A:B – 1:2. Für fünf Mannschaften muss man die Spielergebnisse dementsprechend so angeben: A:B:C:D:E – 1:2:3:4:5.

Diese Erweiterung hat zur Folge, dass ich mir ein Punktesystem ausdenken muss, das auch für zwei oder mehr als 3 Mannschaften „gültig“ ist.

Punktesystem

Aus der Punktevergabe konnte ich folgendes „Muster“ erkennen: Hat nur eine Mannschaft die meisten Tore, dann bekommt diese $2^2 + 1 = 5$ Punkte. Bei zwei Mannschaften mit gleicher Toranzahl bekommen die Mannschaften $2^1 = 2$ Punkte. Haben alle Mannschaften die gleiche Punktzahl so wird $2^0 = 1$ Punkt an jede Mannschaft verteilt.

Dieses Punktesystem ist auf eine beliebige Anzahl an Mannschaften pro Spielfeld erweiterbar:

Eine Mannschaft mit den meisten Toren bekommt $2^{m-1} + 1$ Punkte; m steht dabei für die Anzahl der Mannschaften auf dem Spielfeld. Gibt es mehr als eine Mannschaft mit den meisten Toren, dann bekommen diese Mannschaften 2^{m-g} Punkte; g steht dabei für die Anzahl der Mannschaften, die die gleiche Anzahl an Toren haben.

Dadurch ergeben sich gewisse Nutzungsgrenzen, denn mit diesem Punktesystem ist der Wertebereich von Integer-Variablen bald übersteigt (je nachdem, ob 32- oder 64-Bit).

Es ist sowieso fraglich, ob überhaupt noch Zuschauer zu den Spielen gehen, wenn mehr als 3 Mannschaften auf dem Spielfeld sind. Das ergebe einfach ein chaotisches Spiel, das keiner mehr überblicken könnte.

Schlechtester Platz

Der Benutzer möchte eventuell auch wissen, welchen Platz die Mannschaft im schlechtesten Fall erreicht. Also habe ich mein Programm auch dahingehend erweitert, dass es Spielergebnisse ermittelt, die dazu führen, dass M den schlechtesten Platz erreicht.

Dazu werden wieder die noch offenen Spiele durchlaufen. Ist M selbst im Spiel, dann bekommt M kein Tor. Alle anderen Mannschaften, die einen schlechteren Platz als M haben, bekommen ein Tor.

2 Programm-Dokumentation

Die Lösungsidee habe ich in der Programmiersprache C und unter Linux umgesetzt. Zum Berechnen des Binomialkoeffizienten habe ich die GMP Bibliothek¹ benutzt.

Das Programm benötigt den Dateinamen der Datei, mit den Mannschaftsnamen und Spielergebnissen, als Parameter übergeben.

Als Eingabeformat akzeptiert mein Programm nur das offizielle Format.

Die Funktion **saison_load** liest die Datei ein und speichert die daraus erhaltenen Informationen (Mannschaftsnamen und Spielergebnisse) in eine **saison**-Struktur.

Anschließend werden die Spielergebnisse mit Hilfe der Funktion **saison_evaluate** ausgewertet. Diese Funktion ruft wiederum **game_evaluate** für jedes Spiel auf und berechnet danach die Rangliste durch Aufrufen der Funktion **update_ranking**.

Spielergebnisse werden in zwei Arrays der **saison**-Struktur gespeichert. In dem Integer-Array **games** werden die Mannschaftskombinationen und in dem Integer-Array **goals** die Tore/Spielergebnisse zu den jeweiligen Spielen gespeichert.

In der **saison**-Struktur werden die Mannschaften in einem Array (**teams**) aus **team**-Strukturen gespeichert. Die **saison**-Struktur enthält noch ein zweites Array von **team**-Strukturen, das die aktuelle „Rangfolge“ der Mannschaften enthält.

Die Mannschaftskombinationen (**games**-Array) werden von der rekursiven Funktion **init_games** herausgefunden.

Die Werte des **games**-Arrays sind Indizes zu den Arrayelementen des **teams**-Arrays. Und da das **teams**-Array nicht sortiert wird, sind auch diese Indizes immer konsistent und müssen nicht bei einer Änderung der Rangliste aktualisiert werden.

Den bestmöglichen Platz berechnet die Funktion **calculate_best_rank**. Diese Funktion berechnet die Tore für alle noch nicht bekannten Spielergebnisse, wie es in der Lösungsidee beschrieben ist.

Das genaue Gegenteil wird durch die Funktion **calculate_worst_rank** berechnet: Wie in der Lösungsidee beschrieben, berechnet diese Funktion die Spielergebnisse, die dazu führen, dass die Mannschaft den schlechtesten Plätze erreicht.

¹ <http://gmplib.org/>

3 Programm-Ablaufprotokoll

Ruft man das Programm mit `--help` als Parameter auf, dann erhält der Benutzer eine Auflistung der möglichen Parameter des Programms:

```
$ ./trickey -help
```

```
trickey [OPTIONEN] <Dateiname>
```

mögliche Optionen:

- b Zeige bestmöglichen Platz
- s Zeige schlechtesten Platz

Ruft man das Programm nur mit der Datei der Spielergebnisse auf, dann wird der aktuelle Stand der Rangliste berechnet und ausgegeben:

```
$ ./trickey beispiel1.txt
aktueller Stand der Saison:
Berlin:Muenchen:Mannheim - nicht bekannt
Berlin:Muenchen:Essen - nicht bekannt
Berlin:Muenchen:Hamburg - nicht bekannt
Berlin:Mannheim:Essen - nicht bekannt
Berlin:Mannheim:Hamburg - 1:7:0
Berlin:Essen:Hamburg - nicht bekannt
Muenchen:Mannheim:Essen - 0:2:1
Muenchen:Mannheim:Hamburg - 2:3:1
Muenchen:Essen:Hamburg - 1:1:1
Mannheim:Essen:Hamburg - nicht bekannt
```

Rangliste:

1. Mannheim	(15 Punkte 12 Tore)
2. Muenchen	(1 Punkte 3 Tore)
3. Essen	(1 Punkte 2 Tore)
3. Hamburg	(1 Punkte 2 Tore)
5. Berlin	(0 Punkte 1 Tore)

Hier sieht man beispielsweise, dass sich die Mannschaften Essen und Hamburg den dritten Platz teilen. Berlin kommt dadurch auf den 5. Platz.

Der bestmögliche Platz kann durch Angeben des Parameters `-b` berechnet werden lassen:

```
$ ./trickey beispiel1.txt -b
aktueller Stand der Saison:
Berlin:Muenchen:Mannheim - nicht bekannt
Berlin:Muenchen:Essen - nicht bekannt
Berlin:Muenchen:Hamburg - nicht bekannt
Berlin:Mannheim:Essen - nicht bekannt
Berlin:Mannheim:Hamburg - 1:7:0
Berlin:Essen:Hamburg - nicht bekannt
Muenchen:Mannheim:Essen - 0:2:1
Muenchen:Mannheim:Hamburg - 2:3:1
Muenchen:Essen:Hamburg - 1:1:1
Mannheim:Essen:Hamburg - nicht bekannt
```

Rangliste:

1. Mannheim	(15 Punkte 12 Tore)
-------------	-----------------------

2. Muenchen	(1 Punkte 3 Tore)
3. Essen	(1 Punkte 2 Tore)
3. Hamburg	(1 Punkte 2 Tore)
5. Berlin	(0 Punkte 1 Tore)

Der bestmoegliche Platz fuer die Mannschaft Muenchen ist der 1. Platz.

Dafuer benoetigte Spielergebnisse:

Berlin:Muenchen:Mannheim - 0:10:0

Berlin:Muenchen:Essen - 0:1:0

Berlin:Muenchen:Hamburg - 0:1:0

Berlin:Mannheim:Essen - 1:0:1

Berlin:Mannheim:Hamburg - 1:7:0

Berlin:Essen:Hamburg - 1:1:1

Muenchen:Mannheim:Essen - 0:2:1

Muenchen:Mannheim:Hamburg - 2:3:1

Muenchen:Essen:Hamburg - 1:1:1

Mannheim:Essen:Hamburg - 0:1:1

Rangliste:

1. Muenchen	(16 Punkte 15 Tore)
2. Mannheim	(15 Punkte 12 Tore)
3. Essen	(6 Punkte 5 Tore)
4. Hamburg	(4 Punkte 4 Tore)
5. Berlin	(3 Punkte 3 Tore)

München kann also noch den ersten Platz (mit einem Punkt Vorsprung) erreichen.

Mit dem Parameter **-s** wird der schlechteste Platz für München berechnet (Ausgabe des Programms wurde auf die wesentlichen Dinge gekürzt):

```
$ ./trickey beispiel1.txt -s
```

[...]

Der schlechteste erreichbare Platz fuer die Mannschaft Muenchen ist der 5. Platz.

Dafuer benoetigte Spielergebnisse:

Berlin:Muenchen:Mannheim - 1:0:0

Berlin:Muenchen:Essen - 0:0:1

Berlin:Muenchen:Hamburg - 0:0:1

Berlin:Mannheim:Essen - 0:0:0

Berlin:Mannheim:Hamburg - 1:7:0

Berlin:Essen:Hamburg - 0:0:0

Muenchen:Mannheim:Essen - 0:2:1

Muenchen:Mannheim:Hamburg - 2:3:1

Muenchen:Essen:Hamburg - 1:1:1

Mannheim:Essen:Hamburg - 0:0:0

Rangliste:

1. Mannheim	(17 Punkte 12 Tore)
2. Essen	(9 Punkte 3 Tore)
3. Hamburg	(8 Punkte 3 Tore)
4. Berlin	(7 Punkte 2 Tore)
5. Muenchen	(1 Punkte 3 Tore)

Man kann auch beide Parameter (**-b** und **-s**) gleichzeitig angeben, um beide Informationen zu erhalten:

```
$ ./trickey beispiel1.txt -s -b
[...]
```

Ruft man das Programm mit allen Beispiel-Spielergebnissen auf, so sieht man, dass in allen Beispielen die „zu untersuchende Mannschaft“ den ersten Platz erreichen kann:

```
$ ./trickey beispiel*.txt -b | grep bestmoegliche
Der bestmoegliche Platz fuer die Mannschaft Muenchen ist der 1. Platz.
Der bestmoegliche Platz fuer die Mannschaft Harvestehude ist der 1. Platz.
Der bestmoegliche Platz fuer die Mannschaft B ist der 1. Platz.
Der bestmoegliche Platz fuer die Mannschaft Muenchen ist der 1. Platz.
Der bestmoegliche Platz fuer die Mannschaft Muenchen ist der 1. Platz.
Der bestmoegliche Platz fuer die Mannschaft Muenchen ist der 1. Platz.
```

Und auch der letzte Platz wurde in allen Beispielen als schlechtester Platz berechnet:

```
$ ./trickey beispiel*.txt -s | grep schlechteste
Der schlechteste Platz fuer die Mannschaft Muenchen ist der 5. Platz.
Der schlechteste Platz fuer die Mannschaft Harvestehude ist der 7. Platz.
Der schlechteste Platz fuer die Mannschaft B ist der 12. Platz.
Der schlechteste Platz fuer die Mannschaft Muenchen ist der 7. Platz.
Der schlechteste Platz fuer die Mannschaft Muenchen ist der 7. Platz.
Der schlechteste Platz fuer die Mannschaft Muenchen ist der 8. Platz.
```

Viel interessanter sind die Beispiele mit mehr als drei Mannschaften pro Spielfeld. In diesem Beispiel spielen vier Mannschaften auf dem Spielfeld:

```
5
A
B
C
D
E
A
A:B:C:E - 1:2:0:1
C:D:B:A - 1:0:3:3
```

Das Programm ermittelt folgende Plätze:

```
$ ./trickey 4mannschaften.txt -b -s
aktueller Stand der Saison:
A:B:C:D - 3:3:1:0
A:B:C:E - 1:2:0:1
A:B:D:E - nicht bekannt
A:C:D:E - nicht bekannt
B:C:D:E - nicht bekannt
```

Rangliste:

1. B	(13 Punkte		5 Tore)
2. A	(4 Punkte		4 Tore)
3. C	(0 Punkte		1 Tore)
3. E	(0 Punkte		1 Tore)
5. D	(0 Punkte		0 Tore)

Der bestmoegliche Platz fuer die Mannschaft A ist der 1. Platz.

Dafür benötigte Spielergebnisse:

A:B:C:D - 3:3:1:0

A:B:C:E - 1:2:0:1

A:B:D:E - 2:0:0:0

A:C:D:E - 1:0:0:0

B:C:D:E - 0:1:1:1

Rangliste:

1. A	(22 Punkte	7 Tore)
2. B	(13 Punkte	5 Tore)
3. C	(2 Punkte	2 Tore)
3. E	(2 Punkte	2 Tore)
5. D	(2 Punkte	1 Tore)

Der schlechteste Platz für die Mannschaft A ist der 5. Platz.

Dafür benötigte Spielergebnisse:

A:B:C:D - 3:3:1:0

A:B:C:E - 1:2:0:1

A:B:D:E - 0:0:2:4

A:C:D:E - 0:3:4:0

B:C:D:E - 0:4:0:0

Rangliste:

1. B	(13 Punkte	5 Tore)
2. C	(9 Punkte	8 Tore)
3. D	(9 Punkte	6 Tore)
4. E	(9 Punkte	5 Tore)
5. A	(4 Punkte	4 Tore)

Für zwei Mannschaften ergibt sich folgendes Format (2mannschaften.txt):

6

A

B

C

D

E

F

A

A:B - 7:2

C:D - 8:8