

E1b-PRP1, Aufgabenblatt 2

Programmieren 1 – Wintersemester 2015/16

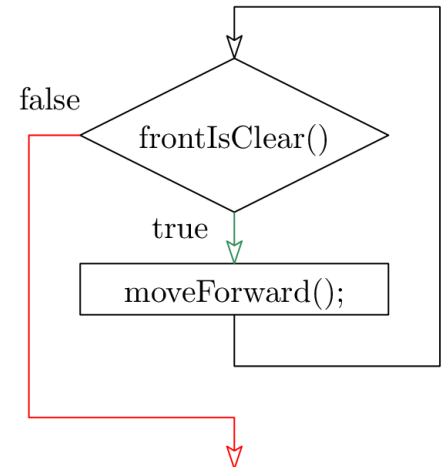
Karel The Robot: Bedingte Schleife, Binärsystem

Ausgabewoche: 12. Oktober 2015

Kernbegriffe

Letzte Woche hatten wir fast den kompletten Sprachumfang von Karel kennengelernt. Diese Woche kommt nur noch eine weitere Kontrollstruktur hinzu, nämlich die *bedingte Schleife*:

```
void moveToWall()
{
    while (frontIsClear())
    {
        moveForward();
    }
}
```



Falls die *Schleifenbedingung* hinter dem `while` wahr ist, führt Karel den *Schleifenrumpf* komplett aus. Anschließend springt er zum `while` zurück und prüft die Bedingung erneut. Wenn die Bedingung falsch ist, wird die Schleife beendet, und Karel fährt unterhalb des Schleifenrumpfs mit der Abarbeitung fort.

Wenn die Bedingung von Anfang an falsch ist, wird der Schleifenrumpf kein einziges Mal ausgeführt. Wenn die Bedingung dagegen niemals falsch ist, landet Karel in einer *Endlosschleife*. Man sollte also sicherstellen, dass der Schleifenrumpf die Bedingung nach endlich vielen Durchgängen falsch macht.

Im Schleifenrumpf prüft Karel die Bedingung gar nicht, sondern immer nur direkt vor dem nächsten Schleifendurchlauf. Karel wird also niemals mitten im Schleifenrumpf aus einer Schleife aussteigen!

Computer speichern Zahlen in der Regel nicht im *Dezimalsystem* (zehn unterschiedliche Ziffern 0 bis 9) ab, sondern im *Binärsystem* (lediglich zwei unterschiedliche Ziffern, nämlich 0 und 1). Die Rechenregeln, die wir aus der Grundschule kennen (einfaches Hochzählen, schriftliche Addition etc.) lassen sich auf das Binärsystem übertragen. Der einzige Unterschied ist, dass wir uns auf zwei Ziffern beschränken:

dezimal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
binär	0	1	10	11	100	101	110	111	1000	1001	1010

Die Binärzahlen, die lediglich eine 1 enthalten, sind *Zweierpotenzen*. (Alle anderen Zahlen sind Summen von Zweierpotenzen.) Die ersten acht sollte man auswendig kennen: 128, 64, 32, 16, 8, 4, 2, 1.

Die Additionstabelle hat im Binärsystem nur vier Einträge:

+	0	1
0	0	1
1	1	10

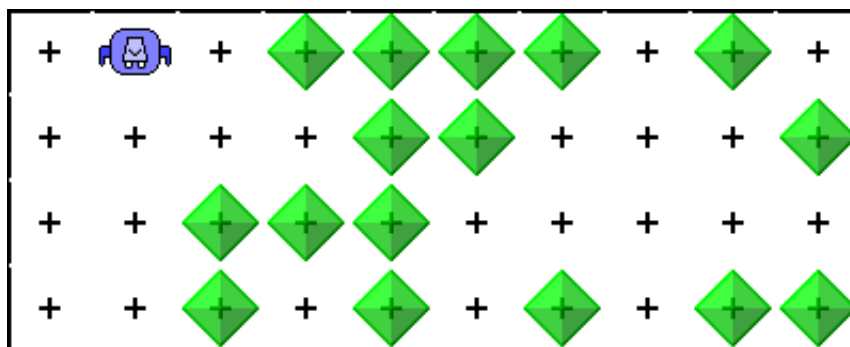
Diese Tabelle ist für Menschen deutlich einfacher auswendig zu lernen als ihr dezimales Pendant mit hundert Einträgen, und Computer können sie direkt in Hardware umsetzen. Das Binärsystem ist objektiv betrachtet deutlich einfacher als das Dezimalsystem; wir müssen uns nur daran gewöhnen.

Aufgabe 2.1 Happy Birthday, Karel!

- 2.1.1 Karel hat Geburtstag und bereitet zu Hause eine Party vor. Dafür möchte er zehn Lampions, die momentan auf dem Boden liegen, an der Decke anbringen. Allerdings ist Karels Wohnung schon etwas älter, und Teile seiner Decke hängen verschieden tief herunter.
- 2.1.2 Karel hat sich eines Nachts im Wald verlaufen. In weiser Voraussicht hat er eine Spur von Brotkrumen hinterlassen und muss diesen nur noch folgen, um wieder nach Hause zu finden.
- 2.1.3 Karel entdeckt zehn Stollen mit Diamanten, die er systematisch aufsammelt.

Aufgabe 2.2 Karel der Binärrechner

Trotz seiner eingeschränkten Möglichkeiten ist Karel mächtig genug, jede mathematische Funktion zu berechnen, die man auch in anderen gängigen Programmiersprachen berechnen kann, zum Beispiel die Addition. Da Karel aber keine Zahlen kennt, behelfen wir uns eines Tricks: wir kodieren Binärzahlen mit Diamanten. In einer Reihe von 8 Feldern kann man zum Beispiel die Zahlen von 0 bis 255 kodieren, indem man an allen Stellen der Binärzahl, an denen eine 1 steht, einen Diamanten ablegt:



Im obigen Beispiel sind die Binärzahlen 01111010, 00110001, 11100000 und 10101011 kodiert.

- 2.2.0 Wandle die vier Zahlen aus der Beispielgrafik schriftlich ins Dezimalsystem um:

binär	01111010	00110001	11100000	10101011
dezimal				

- 2.2.1 Bring Karel bei, wie man im Binärsystem 1 auf eine Zahl draufaddiert. Schaue dir dazu in der Datei `atlas.pdf` mehrere Beispielzahlen mit vielen Einsen am Ende an, z.B. die 79 oder die 135. Wie ändert sich das Bitmuster, wenn man 1 draufaddiert? Kannst du eine Regel ableiten?
- 2.2.2 Nun möchte Karel auch rückwärts zählen können, also 1 von einer Zahl abziehen.
- 2.2.3 Aufbauend auf der Fähigkeit, vorwärts und rückwärts zu zählen, kann Karel bereits zwei Zahlen addieren, wenn auch nicht sehr effizient: dazu verringert er einfach den ersten Summanden und erhöht den zweiten Summanden, bis der erste Summand bei 0 ankommt.

Beispiel: $5 + 4 = 4 + 5 = 3 + 6 = 2 + 7 = 1 + 8 = 0 + 9 = 9$

Bei der Implementation empfiehlt es sich, nicht explizit auf 0 zu testen, bevor man verringert, sondern einfach „blind“ zu verringern und auf die Verringerung von 0 passend zu reagieren.

Aufgabe 2.3 Bergwanderung und Olympia revisited

- 2.3.1 Bei einer Bergwanderung stellt Karel fest, dass vier Blumen auf der falschen Seite des Bergs gepflanzt wurden; sie bekommen im Westen kaum Sonnenlicht. Deshalb beschließt Karel, die Blumen auf die Ostseite des Bergs zu verpflanzen.
- 2.3.2 Karel wacht völlig orientierungslos aus einem Albtraum auf und sucht verzweifelt seinen Teddybär, der irgendwo am Rand seines riesigen Betts herumliegen müsste...
- 2.3.3 Karel hat sich bei den olympischen Spielen angemeldet und darf beim Hürdenlauf mitmachen. Als Belohnung gibt es eine Kupfermedaille.

Aufgabe 2.4 Anspruchsvolle Labyrinth und Schriftliche Addition

- 2.4.1 Karel befindet sich erneut in einem Labyrinth, diesmal gibt es aber Kreuzungen und Sackgassen. Hilf Karel, den Diamanten in diesem anspruchsvollen Labyrinth zu finden!

(Eine alte Binsenweisheit besagt, dass man aus solchen Labyrinthen herausfindet, indem man sich „immer links hält“. Was heißt das eigentlich genau?)

- 2.4.2 Karel der EDV-Spion hat auf einer analogen Leitung 10 Bits abgefangen, die mit verschiedenen hohen Spannungen kodiert sind. Ein 0-Bit ist mit 0 bis 5 Diamanten kodiert (niedrige Spannung), ein 1-Bit mit 6 bis 10 Diamanten (hohe Spannung). Karel möchte die Spannungen jetzt quantisieren, d.h. ein 0-Bit immer mit 0 Diamanten darstellen und ein 1-Bit immer mit zehn.

- 2.4.3 Die Addition aus Aufgabe 2.2.3 ist extrem langsam. Deutlich schneller ginge es, wenn wir Karel beibringen könnten, wie man schriftlich addiert. Erinnerst du dich noch an die schriftliche Addition aus der Grundschule? Man geht die Ziffern der Summanden spaltenweise von rechts nach links durch. Jedes Mal werden zwei Ziffern und ein eventuell vorhandener Übertrag addiert, woraus sich eine Summenziffer sowie der Übertrag für die nächste Spalte ergeben.

Karel muss sich also immer drei Diamanten in einer Spalte anschauen (die aktuelle Ziffer des ersten Summanden, die aktuelle Ziffer des zweiten Summanden und den Übertrag) und dann entscheiden, welche Summe und welcher Übertrag sich daraus ergeben. Ein Beispiel dafür siehst du übrigens im Screenshot von Aufgabe 2.2 (in der dritten Zeile stehen die Überträge, und in der vierten Zeile steht die Summe).

(Die Musterlösung hat bedingt durch Karels beschränkten Wortschatz über 100 Zeilen Code.)