Programmeermethoden

Functies — vervolg

Walter Kosters en Jonathan Vis

week 5: 2–6 oktober 2023

www.liacs.leidenuniv.nl/~kosterswa/pm/

Een eenvoudige `void`-functie:

```
// kort infoblokje
void infoblokje ( ) {
  cout << "Hallo allemaal ..." << endl;
  cout << "Enzovoorts ..." << endl;
}//infoblokje

int main ( ) {
  ...
  infoblokje ( );
  ...
}//main
```

Let op het inspringen.

Verwissel = swap

Een functie die zijn parameters omwisselt:

```
void wissel (int & x, int & y) { // call by reference: &
  int hulp = x;
  x = y;
  y = hulp;
}//wissel
```

Met aanroep:

```
int a = 33, x = 88;
cout << a << " en " << x << endl; // 33 en 88
wissel (a,x);
cout << a << " en " << x << endl; // 88 en 33
```

Tel `x` en `y` op (als return-waarde resp. in `z`):

```
int telop (int x, int y) {
  return x + y;
}//telop                    aanroep: som = telop (8,13);
void telop2 (int x, int y, int & z) {
  z = x + y;
}//telop2                   aanroep: telop2 (8,13,som);
```

Tel breuken $\frac{x1}{x2}$ en $\frac{y1}{y2}$ op in $\frac{z1}{z2}$:

```
void telbreukenop (int x1, int x2, int y1, int y2,
                   int & z1, int & z2) {
  z1 = x1 * y2 + y1 * x2;
  z2 = x2 * y2;
}//telbreukenop
```

Gevraagd: zet de cijfers van een getal op aparte regels, het laatste cijfer eerst:

```
// hier moet commentaar staan, dus:
// zet cijfers van getal > 0 omgekeerd op aparte regels
void cijfers (int getal) {
  while ( getal != 0 ) {
    cout << getal % 10 << endl; // of tel de cijfers ...
    getal = getal / 10;
  }//while
}//cijfers
```

Neem aan dat `getal` minstens 1 is.

Een getal omkeren ($196 \rightarrow 691$) of het aantal cijfers van een getal tellen ($6171 \rightarrow 4$) gaat analoog!

Geen strings, geen arrays!

Top-down en bottom-up

Bij top-down maak je een functie als je deze nodig hebt, bij bottom-up bedenk je deze daarvoor al.

Voorbeeld: machtverheffen, $y = x^7$. Bij bottom-up gebruik je `pow` uit `<cmath>` of uit `"zelf.h"`, bij top-down maak je:

```
// bereken x tot de n-de voor n >= 0
int machtsverheffen (int x, int n) {
  int i;  // tellertje
  int res = 1;  // om resultaat in op te bouwen
  for ( i = 1; i <= n; i++ ) { res = res * x; }//for
  return res;
}//machtsverheffen
```

Daarna zet je dit misschien alsnog in `"zelf.h"`.

PS En met 5 vermenigvuldigingen x^{15} berekenen?

```
void john (int x, int y) { ... }//john

int paul (double x, bool b) { ... }//paul

void george ( ) { ... }//george

bool ringo (int & getal) { ... }//ringo

int main ( ) { ... }//main
```

De functie `george` mag de functies `george` ("recursie"), `john` en `paul` gebruiken = aanroepen, maar *niet* de functie `ringo`! Wil je dat toch, dan moet je boven `george` een prototype `bool ringo (int & getal);` toevoegen.

Dus bij

```
bool ringo (int & getal); // prototype ringo

void george ( ) { ... }//george

bool ringo (int & getal) { ... }//ringo

int main ( ) { ... }//main
```

mogen `ringo` en `george` elkaar beide(n) aanroepen! Dankzij het prototype van `ringo` (let op de ;) mag `george` de eigenlijk verderop gedefinieerde `ringo` toch gebruiken.

En om misverstanden te vermijden: functies worden binnen functies aangeroepen, maar *na elkaar* en niet binnen elkaar gemaakt.

Functies hebben verschillende soorten parameters:

- globaal — gelden overal
- locaal — gelden alleen binnen een functie (of . . .)
- formeel — staan in functie-heading
- actueel — bij aanroep van een functie
- call by value — geef waarde door
- call by reference — geef (adres van) variabele door

Voorbeeld — call by value

```
void hoogop (int x) { x = x + 10; cout << x; }//hoogop

void maaknul (int t) { t = 0; cout << t; }//maaknul
```

```
int x, m, q;
x = 7; hoogop (x); cout << x;          17 7
m = 3; hoogop (m+8); cout << m;        21 3
q = 5; maaknul (q); cout << q;         0 5
maaknul (42);                          0
```

Er wordt alleen een *waarde* doorgegeven, en wel van de *actuele* parameter aan de *formele* parameter; er wordt dus een "lokale kopie" gemaakt, wat tijd en ruimte kost.

Voorbeeld — call by reference

```
void hoogop (int & x) { x = x + 10; cout << x; }//hoogop

void maaknul (int & y) { y = 0; cout << y; }//maaknul

  int x, m, q;
  x = 7; hoogop (x); cout << x;          17 17
  m = 3; hoogop (m+8); // VERBODEN!!!
  q = 5; maaknul (q); cout << q;         0 0
  maaknul (42);  // VERBODEN!!!
```

Er wordt nu een *adres* (een *pointer*) doorgegeven. De *actuele* parameter kan nu wel veranderen. De *actuele* parameter mag geen "rare" expressie als `m+8` of `42` zijn. Er wordt alleen een *adres* gekopieerd.

Globale variabelen

En met een globale variabele erbij:

```
int globaal; // globale variabele, geldt overal, vermijden

int doewat (char kar, double & getal) {
  // kar is call by value, getal call by reference
  int locaal; // locale variabele, geldt binnen doewat
  ...
}//doewat

void nogeen ( ) {
  double locaal; // locale variabele, geldt binnen nogeen
  cout << doewat (globaal,locaal) << endl;
  // waarde van globaal gaat naar kar (met casting)
  // locaal "is" hetzelfde als getal uit doewat
}//nogeen
```

```
int a; int b;
void kwadraat (int   a) { // call by value
  a = pow (a,2); // uit <cmath>, oftewel a * a
  b++;
  cout << "0: " << a << " en " << b << endl;
}//kwadraat
```

Nu doen we:

(1)
```
a = 5; b = 13; kwadraat (a);
    cout << "1: " << a << " en " << b << endl;
```
(2)
```
a = 2; b = 7;  kwadraat (b);
    cout << "2: " << a << " en " << b << endl;
```

Dat levert

```
0: 25 en 14
1: 5 en 14
```

```
0: 49 en 8
2: 2 en 8
```

```
int a; int b;
void kwadraat (int & a) { // call by reference
  a = pow (a,2); // uit <cmath>, oftewel a * a
  b++;
  cout << "0: " << a << " en " << b << endl;
}//kwadraat
```

Nu doen we:

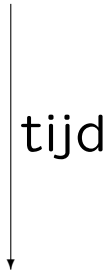
```
(3) a = 5; b = 13; kwadraat (a);
    cout << "3: " << a << " en " << b << endl;
(4) a = 2; b = 7;  kwadraat (b);
    cout << "4: " << a << " en " << b << endl;
```

Dat levert

```
  0: 25 en 14          0: 50 en 50
  3: 25 en 14          4: 2 en 50
```

```
void alias (int r, int & s) {
  int t;
  t = 3;
  r = r + 2;
  s = s + r + t;
  t = t + 1;
  r = r - 3;
  cout << r << " " << s << " " << t << endl;
}//alias
...
  t = 12; alias (t,t); cout << t << endl;
```

t = s	r	t'
12		
	12	?
		3
	14	
29		
		4
	11	



Dit levert: `11 29 4` en 29.

En met een `&` voor `r`: 28 28 4 en 28.

Een functie mag zichzelf (in)direct aanroepen: recursie.

```
int som (int n) { // berekent 1 + 2 + ... + n   versie 1
  int i, res = 0;
  for ( i = 1; i <= n; i++ ) res += i;
  return res;
}//som

int somrecursief (int n) { // idem, recursief   versie 2
  if ( n == 0 ) return 0;
  else return n + somrecursief (n-1);
}//somrecursief

int somslimGauss (int n) { // en nog eens ...   versie 3
  return ( n * ( n + 1 ) ) / 2;
}//somslim
```

De ggd kan ook recursief berekend worden:

```
int ggdrecursief (int x, int y) {
  if ( y == 0 ) return x;
  else return ggdrecursief (y,x % y);
}//ggdrecursief
```

Je gebruikt eigenlijk:

$$\text{ggd}(x,y) = \begin{cases} x & \text{als } y = 0 \\ \text{ggd}(y, x \bmod y) & \text{als } y \neq 0 \end{cases}$$

Voor meer over recursie, zie later.

Tweede opgave: DeCoderen

Voor de tweede programmeeropgave moet je een C++-programma schrijven dat een gegeven file codeert of decodeert met run-length encoding.

```
Eet␣meer␣␣␣␣␣␣␣␣␣␣zeeegels
ABC11123ddd\efG\\\1
```

moet worden:

```
Eet␣me2r␣10ze3gels
ABC\13\2\3d3\\efG\\3\1
```

Hier is ␣ een spatie.

Klopt Collatz voor 6171?

www.liacs.leidenuniv.nl/~kosterswa/pm/op2pm.php

Tweede programmeeropgave

1. coderen
   test dat goed met voorbeeldfiles
   gebruik zo weinig mogelijk `put`'s en `get`'s

2. decoderen ($\approx$ coderen)

3. daarna, of juist eerder, de Collatz-controle (`INT_MAX`!)

4. en tot slot details, tellers, . . . , en het verslag

$\swarrow \leq \approx$ 250 regels

Houd het kort! Gebruik geschikte functies; zie de tips:

www.liacs.leidenuniv.nl/~kosterswa/pm/pmwc4.php
www.liacs.leidenuniv.nl/~kosterswa/pm/pmwc5.php
www.liacs.leidenuniv.nl/~kosterswa/pm/pmwc6.php

Met `char kar = invoer.get ( );` probeer je het eerste karakter uit `invoer` te halen; met `invoer.eof ( )` verifieer je of je aan het einde van de `invoer` staat/stond.

Met `uitvoer.put (kar);` schrijf je `kar` achteraan de `uitvoer`. Dat kan ook met `uitvoer << kar;` .

Let op het verschil tussen `kar = invoer.get ( );` en `invoer >> kar;` . Die tweede slaat "whitespace" (waaronder spaties en regelovergangen) over!

En `kar = cin.get ( );` wacht op het eerste karakter vanaf het toetsenbord (met ooit een "enter").

Getal opbouwen

Stel dat iemand karakters (`char`'s, waaronder cijfers) op je afstuurt, en je daar een getal van moet maken. Hoe doe je dat?

Gebruik `int getal = 0;`, en herhaal:

```
if ( '0' <= kar && kar <= '9' )
  getal = 10 * getal + ( kar - '0' );
else
  ...
```

`qwerty7392abc  de---12fghijklmnopq`

↑

`getal` is 73 en `kar` is '9'

`getal` wordt 739

Deze `void`-functie manipuleert een file `invoer`:

```
void manipuleer (ifstream & invoer) {
  char prevkar = '\n', kar = invoer.get ( );
  while ( ! invoer.eof ( ) ) {
    if ( ... )                  // GEEN get's,
      ...                       // GEEN while's
    if ( ... )                  // GEEN strings,
      ... put ...               // ...
    prevkar = kar;
    kar = invoer.get ( );
  }//while
}//manipuleer
```

Deze `void`-functie telt niet-lege regels in een file `invoer`:

```
void telNietLegeRegels (ifstream & invoer, int & tel) {
  char prevkar = '\n', kar = invoer.get ( );
  while ( ! invoer.eof ( ) ) {
    if ( prevkar != '\n' && kar == '\n' )
      tel++;
    prevkar = kar;
    kar = invoer.get ( );
  }//while
}//telNietLegeRegels
```

Het aantal wordt opgeteld bij de oorspronkelijke "oude" waarde van `tel`. De actuele parameter bij die aanroep wordt dus gewijzigd.

Het is meestal verstandig invoer, rekenwerk en uitvoer door verschillende functies te laten verrichten.

Deze `int`-functie telt ook niet-lege regels in een file `invoer`:

```
int telNietLegeRegels (ifstream & invoer) {
  char prevkar = '\n', kar = invoer.get ( );
  int tel = 0; // locaal tellertje
  while ( ! invoer.eof ( ) ) {
    if ( prevkar != '\n' && kar == '\n' )
      tel++;
    prevkar = kar;
    kar = invoer.get ( );
  }//while
  return tel;                    // <======= int functie!
}//telNietLegeRegels
```

Denk aan het openen en sluiten van de file(s).
Soms problemen met regelovergangen Windows/Linux:
`\r\n` respectievelijk `\n`. `(... ios::in | ios::binary ...)`

- werk aan de tweede programmeeropgave — de deadline is op maandag 14 oktober 2024, 18:00 uur
- vorm tweetallen!
- lees Savitch Hoofdstuk 3 en 4
- lees dictaat Hoofdstuk 3.6 en 3.7
- www.liacs.leidenuniv.nl/~kosterswa/pm/