Tentamen Programmeermethoden
maandag 2 augustus 2010, 14.00–17.00 uur
Universiteit Leiden — Informatica

Bij alle functies moeten de variabelen (constanten eventueel uitgezonderd) in de heading of als locale variabele voorkomen; vul zelf headings goed in. De opgaven tellen alle vier even zwaar mee. Succes! Cijfers: `http://www.liacs.nl/home/kosters/pm/cijf/res.html`.

1. We hebben een array `A` met `n` (een *even* `const` > 0) gehele getallen.
a. Schrijf een C++-functie `bool evenveel (A,n)` die precies dan `true` oplevert als `A` evenveel positieve getallen (≥ 0) als negatieve (< 0) bevat.
b. Schrijf een C++-functie `int epo (negpos,A,start,n)` die de array-index teruggeeft van het eerste positieve (als `negpos true` is) of negatieve (als `negpos false` is) getal in `A` vanaf (en inclusief) positie `start`. Als zo'n getal niet voorkomt, moet `n` worden geretourneerd.
c. Neem aan dat `A` evenveel positieve getallen als negatieve bevat. We willen de positieve en negatieve getallen in `A` om en om krijgen, te beginnen met een positief getal. Schrijf een C++-functie `omenom (A,n)` die dit als volgt doet. Laat `i` vanaf `0` oplopen, en gebruik de functie van **b** om eventueel een posi/negatief getal te zoeken, en ruil dit met `A[i]` om.
d. Stel dat de positieve getallen in `A` aan het begin staan, en de negatieve aan het eind. Hoeveel vergelijkingen tussen getallen doet het algoritme van **c** dan? (Deze worden gedaan in de aanroepen van **b**.) Tip: probeer eens `n` $=$ `10`.
e. Hoeveel vergelijkingen doet de gewone *bubblesort* bij het sorteren van het rijtje van **d**, en is dit aantal groter dan, (ongeveer) gelijk aan of kleiner dan het antwoord van **d**?

2.a. Bij een functie kun je te maken hebben met *call by value* en *call by reference*, en ook met *locale* en *globale* variabelen. Verder onderscheiden we ook nog *formele* en *actuele* parameters. Leg deze zes begrippen duidelijk uit.
b. Gegeven een C++-programma met daarin de volgende twee functies:

```
void thierry (int a, int b, int c) {
  int temp = a; a = b; b = c; c = temp; z++;
  cout << "T" << a << "," <<  b << "," << c << endl; }//thierry

void henry (int a, int b, int c) {
  int i, som = 0;
  for ( i = 1; i <= a; i++ ) { thierry (a,b,c); som = a + b; }//for
  cout << a << "," <<  b << "," << c << "," << i << "," << som << endl;
}//henry
```

Verder zijn de globale variabelen `u`, `x`, `y` en `z` gegeven (alle van type `int`). Voordat de functie `henry` wordt aangeroepen hebben zij de waarde 4, 1, 2 en 0, respectievelijk. Wat is dan de uitvoer van het volgende stukje programma (leg je antwoord duidelijk uit):

```
henry (u,x,y); cout << u << "," <<  x << "," << y << "," << z << endl;
```

c. Als **b**, maar nu met een `&` ("ampersand") bij alle zes parameters van de functies.
d. Wat gaat er bij **c** fout als we `som = a + b;` zouden vervangen door `a = a + b;`?
e. Als **c**, dus met `&` erbij, maar nu voor

```
henry (z,z,z); cout << u << "," <<  x << "," << y << "," << z << endl;
```

f. Mag ergens in het C++-programma `henry (thierry (z,z,z),z,z);` staan?

3. Gegeven is een `m` bij `n` (beide `const` > 0) array `K`; `K[i][j]` stelt het aantal op elkaar gestapelde kisten (tussen 1 en 99, alle verschillend; 0 staat voor een lege plek) op punt $(\texttt{i}, \texttt{j})$ voor.

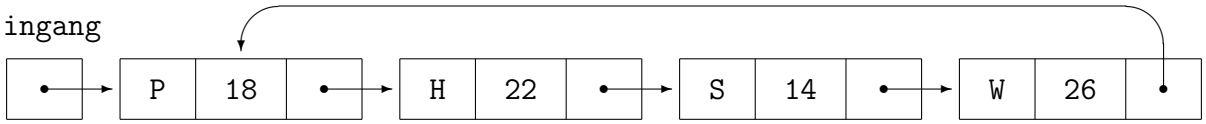
```
 7  8 10 12  9
19  0  0  0  2
43 15 98  0  5
```

a. Schrijf een C++-functie `kisten (K)` die berekent hoeveel kisten er in totaal zijn in `K`.
b. Een *top* is een plek in het array waarvoor geldt dat alle bestaande direct horizontale en verticale buren een aantal kisten hebben dat echt lager is. Schrijf een C++-functie `top (K,maxi,p,q)` die bepaalt hoeveel toppen er zijn in `K`, en in de variabele `maxi` de hoogte van de *hoogste top* oplevert. In `p` en `q` moeten de coördinaten van die hoogste top komen. In het voorbeeld zijn de punten met aantallen kisten $\texttt{12}, \texttt{43}, \texttt{98}$ en `5` toppen, dus `4` stuks, en `p` wordt `2`, `q` wordt `2` en `maxi` wordt `98`. Als er helemaal geen kisten zijn moeten ze alle `0` worden.
c. Een *ingang* is een plek in het array zonder kisten die aan een rand zit. In het voorbeeld is er precies één ingang: $(2, 3)$. Schrijf een C++-functie `ingang (K,i,j)` die bepaalt of $(\texttt{i}, \texttt{j})$ in `K` een ingang is. Neem aan dat $0 \leq \texttt{i} < \texttt{m}$ en $0 \leq \texttt{j} < \texttt{n}$.
d. Schrijf een C++-functie `tezien (K)` die bepaalt of er een ingang (zie **c**) is van waaruit de hoogste top (zie **b**) te zien is. Deze is te zien als je in dezelfde rij of kolom staat. In het voorbeeld: `true`.

4. Gegeven is het volgende type:

```
class persoon { public: char naam; int lt; persoon* volg; };
```

Met behulp hiervan worden lijstjes met personen opgebouwd, met `naam` en leeftijd (`lt`). Het veld `volg` bevat een pointer naar het volgende `persoon`-object; de `volg`-pointer van de laatste persoon wijst naar de eerste. Een voorbeeld (`ingang` van type `persoon*`):



a. Schrijf een C++-functie `verwijder (ingang)` die het *tweede* `persoon`-object uit de lijst (met `ingang` van type `persoon*` als ingang) verwijdert, mits dat er is. Denk dus aan de lege lijst en de lijst met één persoon!
b. Schrijf een C++-functie `voegtoe (ingang,name,age)` die een nieuw `persoon`-object (geheten `name`, leeftijd `age`) vooraan de lijst (met `ingang` van type `persoon*` als ingang) toevoegt. De pointer vanuit het laatste element hoeft niet te worden goedgezet.
c. Schrijf een C++-functie `sorteer (ingang)` die de twee eerste *objecten* — indien aanwezig — van de lijst (met `ingang` van type `persoon*` als ingang) verwisselt als de namen niet op alfabetische volgorde staan. In het voorbeeld zouden de objecten met `P` en `H` erin verwisseld moeten worden. De pointer vanuit het laatste element hoeft niet te worden goedgezet. Let op het geval met twee personen.
d. In de functies bij **a**, **b** en **c** staat in de heading een pointer. Deze heb je call by value of call by reference doorgegeven (met een `&`). Maakt het voor de werking van deze functies verschil uit of die `&` erbij staat? Leg duidelijk uit.
e. Schrijf een C++-functie `persoon* delaatste (ingang)` die een pointer naar de "laatste" persoon uit de lijst (met `ingang` van type `persoon*` als ingang) oplevert.
f. Geef een of twee regels code die bij onderdeel **b** met behulp van de functie van **e** de pointer vanuit de laatste persoon weer goed zet.