



Robotics -CCFZ

PLATVORMKEUZE (DECEMBER 2010)

Inleiding

Als je begint met het maken van een eigen robot, dan kom je voor allerlei vragen te staan. Je moet nadenken over drie hoofdzaken: *mechanica*, de plastic en metalen delen, de *electronica*, de elektronische schakelingen, die nodig zijn en de *software*, het programma, waarmee de voorwaarden voor het handelen en de sturing worden geregeld. Je weet al wat de robot moet gaan doen en hoe hij er dan ongeveer uit moet komen te zien. Je hebt misschien al wel de spullen beschikbaar, alleen de electronica en de processor moeten nog. En dan kom je voor een probleem: er zijn zoveel soorten processors en programma's, waar allerlei voor- en nadelen aan verbonden zijn. Wat kies ik? Dit verhaal geeft een aanzet voor de keuze. Getracht wordt de mogelijkheden van eenvoudig naar moeilijk te behandelen. Maar elke roboteer heeft toch ook een eigen gevoel. Compleet is het overzicht pas, als er geen nieuwe mogelijkheden meer worden gemaakt. Dus nooit.

Hoe eenvoudig het programmeren is wordt bepaald door het te gebruiken programma: welke commando's zijn daarmee beschikbaar en wat kan je daarmee. Welke specifieke instellingen moet je zelf nog doen als aanvulling, bijvoorbeeld om aan te geven welke processor je gebruikt? Of over welke versie van de hardware beschikbaar is. Soms zijn er meer mogelijkheden om te programmeren. Vaak is de programmeertaal C+ of C++ als tweede programmeertaal mogelijk. Voor dit overzicht wordt de eenvoudigste manier geïllustreerd. Het programma hangt vaak ook weer samen met de keuze van de elektronica. De elektronica en de erbij gemaakte software past wel weer vaak op meer soorten voertuigen, bij verschillende mechanica.

Mindstorms	Lego	Antratek e.a.	ca. 270 euro
-------------------	------	---------------	--------------

Set 8547 is een complete set met NXT, motor, sensors en software, inclusief instructiemateriaal. Samen met een eventueel reeds aanwezige technisch Lego-does kan er van alles mee worden ontworpen en gemaakt. De elektronica is volledig geïntegreerd in de Lego-componenten. Je kunt alles meteen aansluiten.

Programmeren gaat met functieblokjes op het beeldscherm, die elk een routine betekenen. Het preciese instellen van een routine is eenvoudig, maar moet nog wel plaatsvinden.

Motoren B en C gebruiken:



Instellingen: motoren B en C rijden richting vooruit, op vol vermogen gedurende 4 seconden, rechtdoor.



BoE-bot	Parallax	PIC/PBasic	Antratek	ca. 150 euro
----------------	----------	------------	----------	--------------

De reeds lang bestaande BoE-bot is een complete set met alles erop en eraan, waarmee aan de hand van een eenvoudig leesbare (Engelse) handleiding allerlei experimenten kunnen worden gedaan.

De mechanische onderdelen worden compleet ter montage geleverd, evenals de elektronica. Die moet voor de sensors en de motorbesturingen nog wel worden gemaakt en daarvoor is een breadboard, insteekplaatje, ofwel "Board of Education", op de printplaat aanwezig. De software kan met Parallax-basic worden geschreven. Op de printplaat is een USB-aansluiting aanwezig, zodat het programma vanuit de computer direct in de processor kan worden overgebracht. Door de wijze van werken van de processor met de software zal het programma traag functioneren. CCFZ werkt al jaren met de BoE-bot, en heeft daar nog geen nadelige ervaringen mee gehad.

We hebben de Handleiding vertaald, gericht op de toepassing van de robot voor de jaarlijkse Robotrace CCFZ. Vanaf jeugd 12 jaar.

Voorbeeld specifieke instelling:

```
'{$STAMP}           ' Deze twee regels zijn in te voeren door te klikken op
'{$BASIC 2.5}       ' de bijbehorende icoontjes
```

Een LED aangesloten op aansluiting 5 van de processor laten knipperen:

```
Do
High 5               ' Zet spanning op aansluiting 5
Pause 500            ' Pause 500 betekent 500 ms wachten, een halve seconde
Low 5                'Haal spanning weg op aansluiting 5
Pause 500
Loop
```

Een bijgeleverde servo, aangesloten op punt 12 van de processor aansturen:

```
Do
Pulsout 12,650      '650, 750 en 850 voor achteruit, stilstaan en vooruit, of net andersom.
Pause 20            'Hierbij wordt de bijgeleverde servomotor (doordraaiend) aangestuurd.
Loop
```

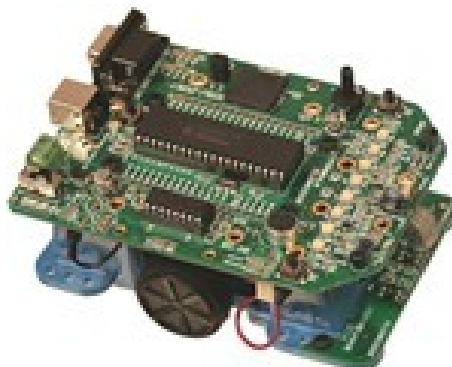
BoE-board	Parallax	PIC/PBasic	Antratek	ca. 100 euro
------------------	----------	------------	----------	--------------

Het board en de basic Stamp zijn los te koop. Om een gelijkstroommotor aan te sturen is extra elektronica nodig. Bijvoorbeeld de H-brug: zie site CCFZ voor beschrijving.

Voorbeelden: zie boven.

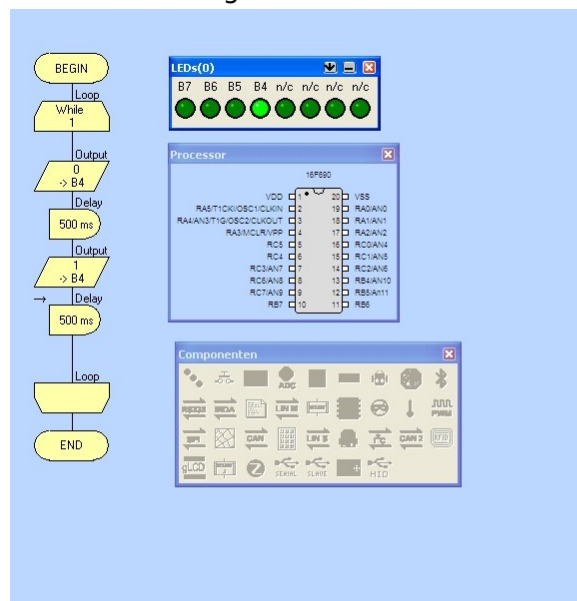
Formula Flowcode	E-blocks	PIC	Elektor	ca.125 euro
-------------------------	----------	-----	---------	-------------

Formula Flowcode Buggy is een robotkarretje, dat met hulp van Flowcode kan worden geprogrammeerd, nadat je het hebt gebouwd. Flowcode-voorbeeld zie hieronder. Een USB-poort is aanwezig.



Flowcode	E-blocks	PIC/Atmel	Elektor	ca.110 euro
-----------------	-----------------	------------------	----------------	--------------------

Flowcode is een grafisch programma, waarmee standaard en zelf gemaakte routines kunnen worden gekoppeld. Als resultaat ontstaat C-code en/of een HEX-bestand, dat bijvoorbeeld met een Whisp in een processor kan worden ingevoerd.



Flowcode 4 voor PIC kost ca. 61 euro, de te gebruiken Whisp met USB-kabel 47 euro. Er is een scala aan E-blocks voor allerlei functies te koop. Kritiek op Flow Code is, dat de C- en de HEX-code weinig efficiënt is.

Duemilanove	Arduino	Atmel	Freeduino	110 euro
--------------------	----------------	--------------	------------------	-----------------

Voor dit bedrag ontvang je de Starterkit, het mobiel platform (een voertuig) en de motorkit. De Duemilanove is compleet gemonteerd, het voertuig en de randapparatuur moet nog worden samengesteld. In de starterkit zijn belangrijke elektronica-componenten opgenomen, waaronder ook een klein breadboard. Softwarematig zijn er geen specifieke instellingen. De printplaat heeft een USB-aansluiting voor de verbinding naar de computer. Men kan dus meteen met Arduino-Basic beginnen. Dit is een vergelijkbare werkwijze als met de BoE-bot, alleen moderner en een andere processor (Atmel). Iets moeilijker programmeren omdat Arduino-basic meer aanleunt tegen C.

Een LED laten knipperen:

```
int ledPin = 13;           // LED connected to digital pin 13

void setup()              // run once, when the sketch starts
{
  pinMode(ledPin, OUTPUT); // sets the digital pin as output
}

void loop()               // run over and over again
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // sets the LED on
  delay(1000);                // waits for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW);  // sets the LED off
  delay(1000);                // waits for a second
}
```

Een servo aansturen, waarbij de snelheid kan worden gekozen:

```
int motorPin = 9;
int val = 0; // variable to store the data from the serial port
```

```

void setup() {
  pinMode(motorPin,OUTPUT); // declare the motor's pin as output
  Serial.begin(19200); // connect to the serial port
  Serial.println("Welcome to SerialMotorSpeed!");
  Serial.println("Enter speed number 0-9:");
}

void loop () {
  val = Serial.read(); // read the serial port
  if (val >= '0' && val <= '9' ) {
    val = val - '0'; // convert from character to number
    val = 28 * val; // convert from 0-9 to 0-255 (almost)
    Serial.print("Setting speed to ");
    Serial.println(val);
    analogWrite(motorPin,val);

    Serial.println("Enter speed number 0-9:");
  }
}

```

Bascom		Atmel		euro
---------------	--	-------	--	------

Over Bascom, dat al wat langer bestaat, moet nog meer infomworden verzameld. Jullie bijdrage wordt op prijs gesteld.

Roboduino	Freeduino	Atmel	Freeduino	21,50 euro
------------------	-----------	-------	-----------	------------

Een kloon van Duemilanove. Zie boven.

JAL	Voti	PIC/Atmel	Voti	47 euro
------------	------	-----------	------	---------

Just Another Language, een programmeertaal voor PIC-processors. Zonder hardware een gratis programmeertaal met uitgebreide mogelijkheden en uitgebreide handleiding met veel voorbeelden. Mechanica en elektronica moeten dus van elders worden verkregen. Bijvoorbeeld van Voti zelf: de DWARF-kits voor verschillende te gebruiken deelschakelingen. Zie de site ww.voti.nl

Een lampje aangesloten op poort A0 laten knipperen (processor 16F84 met 10 Mhz kristal):

```

[1] -- flash a LED on pin A0
[2] include 16f84_10
[3] include jlib
[4] pin_a0_direction = output
[5] forever loop
[6]   pin_a0 = on
[7]   delay_1s
[8]   pin_a0 = off
[9]   delay_1s
[10] end loop

```

Een lijnvolger met twee stappenmotors werkt kan met het volgende programma:

```

[ 1] -- A line following robot:
[ 2] -- port B drives two 4-phase stepper motors via an ULN2803.
[ 3] -- a0 and a1 are connected to 2 white-is-low reflective sensors.
[ 4] -- a2 and a3 drive 2 LEDs which show the state of the sensor inputs.
[ 5]
[ 6] include 16f84_10
[ 7] include jlib
[ 8]
[ 9] port_b_direction = all_output
[10] pin_a0_direction = input
[11] pin_a1_direction = input
[12] pin_a2_direction = output

```

```

[13] pin_a3_direction = output
[14]
[15] procedure steppers( byte in a, b ) is
[16]     port_b = a + ( b << 4 )
[17]     delay_1mS( 10 )
[18] end procedure
[19]
[20] var byte left_stepper = 0b_0001
[21] var byte right_stepper = 0b_0001
[22]
[23] forever loop
[24]     pin_a2 = pin_a0
[25]     pin_a3 = pin_a1
[26]
[27]     if ! pin_a0 then
[28]         stepper_motor_half_forward( right_stepper )
[29]     end if
[30]     if ! pin_a1 then
[31]         stepper_motor_half_forward( left_stepper )
[32]     end if
[33]
[34]     steppers( left_stepper, right_stepper )
[35] end loop

```

(listings uit de gratis gebruikershandleiding)

Na compilatie ontstaat een .HEX-bestand, dat in de processor met behulp van een programmer moet worden ingevoerd, bijvoorbeeld met de programmer WHISP 648 die, samen met USB-Serieel-kabel, bij Voti beschikbaar is en ca 47 Euro kost. De chip en de verdere elektronica moet dan nog worden aangeschaft.

PIC-Proton basic		Pic	Voti	ca. 227 euro
-------------------------	--	-----	------	--------------

PIC-Proton-basic (ca. 180 euro) is een programma, waarmee men in Basic programma's kan schrijven, die gecompileerd (omgezet) worden in een hex-bestand. Naast dit programma moet je nog een programmer aanschaffen en een USB-serieel-kabel, samen voor ca. 47 euro. De chip en de elektronica zijn niet in dit bedrag inbegrepen.

De eerste drie regels betreffen de instellingen, de laatste regel geeft het eind van het programma aan. Voor het aan en uitdoen van een LED-lampje met een ritme van een halve seconde aan en een halve seconde uit, zijn de tussenliggende vier programmaregels.

```

DEVICE 16F628A ;We gebruiken een 16F628A type
CONFIG INTRC_OSC_NOCLKOUT, WDT_OFF, PWRTE_ON, LVP_OFF, MCLR_OFF
ALL_DIGITAL TRUE ;Alle ingangen digitaal

Opnieuw: ;Label met zelf te verzinnen naam
TOGGLE PORTA.1 ;Aan moet uit, uit moet aan
DELAYS 500 ;500 milliseconden = 0,5 seconde
GOTO Opnieuw ;Spring naar 'Opnieuw' en ga zo steeds door

END ;Einde programma

```

Olimex		LPC1114	Antratek	Vanaf 14,22 euro
---------------	--	---------	----------	------------------

Dit nieuwe board is direct te gebruiken. Ervaring is er nog niet mee opgedaan. Jullie bijdragen worden op prijs gesteld.

Assembler PIC			Microchip	ca. 80 euro
----------------------	--	--	-----------	-------------

Het werken met assembler is het meest gedetailleerd en het moeilijkst. Maar de programma's in de chip zijn wel het kortst en daarmee het meest efficiënt. De software is gratis, de printplaat, elektronische onderdelen en een programmer met kabel moeten worden aangeschaft. Past op veel mechanische voertuigen.

```
list      p=16F84A
errorlevel -302
__config 3FFD
porta    equ    0x05
portb    equ    0x06
trisa    equ    0x85
trisb    equ    0x86
rp0      equ    5.
status   equ    0x03
loop0    equ    0x30
loop1    equ    0x31
loop2    equ    0x32
loop3    equ    0x33
temp     equ    0x34.
bsf      status,rp0          ; of de poort in- of uitgang is, staat in rp0
movlw    0xff                ; in het werkregister w zetten we de acht enen (1's)
movwf    trisa               ; verplaatsen van de inhoud werkregister naar trisa
bcf      status,rp0          ; status resetten.
```

Hierboven worden de basisinstellingen geregeld.

Hieronder wordt een LED-lampje op poort B0 aan- en uitgezet. Telkens wordt een vertraging, door middel van een geneste lus, opgeroepen. Deze regels vullen dus de regels van de basisinstellingen aan.

```
lus0
    bsf    portb,0
    call   vertraging
    bcf    portb,0
    call   vertraging

    goto   lus0

end

; -----
vertraging          ; routine met drie geneste lussen
    movlw  0x04          ; zet hex 04 in werkgeheugen
    movwf  loop0         ; verplaats 04 naar loop0
twee               ; zet ff in werkgeheugen
    movlw  0xff          ; zet ff in loop1
    movwf  loop1         ; hetzelfde voor loop2
een               ; hetzelfde voor loop2
    movlw  0xff          ; hetzelfde voor loop2
    movwf  loop2

aftellen decfsz loop0, f ; trek 1 af van inhoud loop0 tot inhoud = 0
    goto   aftellen
    decfsz loop1, f
    goto   een
    decfsz loop2,
    goto   twee
    return
```

Hierboven is een deel van de beschrijving van het programmeren van een PIC-processor van CCFZ gekopieerd. In die beschrijving, op te halen bij www.robotics-ccfz.nl staat een uitgebreide toelichting.

Motors aansturen vanuit de PIC-processor gaat met bijvoorbeeld een H-brug. Daarvan moeten ingangen worden ingesteld. De energiehoeveelheid en richting kan daarmee worden aangestuurd. Op dezelfde site vind je uitgebreide informatie.

Voorbeelden van het programma in PIC-assembler, dus na de basisinstellingen (die maar een keer opgenomen hoeven worden):

```
rechtdoor
    movlw  0x0f          ; maak de vier rb-poorten alle 1
    movwf  portb

    movlw  0xff          ; <===== deze in de praktijk fijnregelen
    movwf  loop1         ; gedurende deze loop wordt rechtdoor gereden
```

pagina 6

www.robotics-ccfz.nl

```

rdaftellen
    decfsz loop1
    goto rdaftellen
    goto start
    return

achteruit
    movlw 0x0a ; maak poorten 1 en 3 gelijk 1 en 0 en 2 gelijk 0
    movwf portb

    movlw 0xff ; <===== deze in de praktijk fijnregelen
    movwf loop1 ; gedurende deze loop wordt achteruit gereden

auaftellen
    decfsz loop1
    goto auaftellenrd
    goto start
    return

    return

buigrechts
    movlw 0xff ; <===== deze in de praktijk fijnregelen
    movwf loop1

braftellen
    movlw 0x0a ; even rechtdoor
    movwf portb
    movlw 0x0d ; rechter wiel stopt even, poort rb1 even 0
    movwf portb
    decfsz loop1,f
    goto braftellen
    goto start

buiglinks
    movlw 0xff ; <===== deze in de praktijk fijnregelen
    movwf loop1

blaftellen
    movlw 0x0a ; even rechtdoor
    movwf portb
    movlw 0x07 ; rechter wiel stopt even, poort rb1 even 0
    movwf portb
    decfsz loop1,f
    goto blaftellen
    goto start

```

Opgemerkt moet nog worden, dat hierboven niet de moeilijke commando's zijn gebruikt: geen Interrupts, geen PWM, enz. Maar het werkt wel!

Ook hiervoor zijn de DWARF-kits van Voti heel geschikt. www.voti.nl

Assembler Atmel			AVR	ca. 80 euro
----------------------------	--	--	-----	-------------

Assembler voor Atmel. Daarmee hebben we nog geen ervaring. De moeilijkheidsgraad is vergelijkbaar met Assembler voor PIC's, hoewel specialisten dat kunnen aanvechten.

Tot zover de bekendste platforms.

De laatste tijd zijn er meer kits met deelfuncties van meer processors ontwikkeld en op de markt gekomen. Bijvoorbeeld door TI (Texas Instruments). Daarmee ontstonden meer concurrentie en interessante mogelijkheden. Zoek op Internet om een goede keuze te maken

Hierboven is een zo goed mogelijk overzicht gegeven van wat er aan elektronica en software in de handel verkrijgbaar is. Wat betreft het mechanische deel van je robot zijn er natuurlijk heel veel mogelijkheden: (Technisch) Lego, Knexx, Meccano, Fischertechnik en zelfbouw van bijvoorbeeld aluminium-strips en kunststofplaat. Ook gewone autootjes kunnen worden

pagina 7

www.robotics-ccfz.nl

aangepast door er een processor in te zetten.

Heb je specifieke belangstelling voor mechanica, elektronica danwel voor software-ontwikkeling, dan kan dat mede je keuze bepalen. Ook kun je van daaruit samenwerking zoeken met anderen, die belangstelling hebben voor de andere aspecten.

Een waarschuwing geldt nog: begin met iets gemakkelijks. We hebben ervaring met roboteers, die meteen met een groot, moeilijk project begonnen en teleurgesteld afhaakten. Als dat eerste project gelukt is en je wil verder studeren, dan kun je altijd nog opschalen naar een meer complex geheel. En dat kan ook veelal vanuit de eerste keuze, die je eerder maakte en beheerst.

Belangrijke websites:

Lego: <http://mindstorms.lego.com>

BoE-bot: <http://www.antratek.nl>

Flowcode: <http://www.elektor.nl>

Arduino/Freduino: <http://www.freduino.nl>

JAL: <http://www.voti.nl>

Proton-basic: <http://www.picbasic.nl>

Assembler PIC: <http://www.voti.nl>

DWARF-kits: www.voti.nl

Met dank voor het meedenken aan Joep Suijs, Marcel Hendrikx, Wim Patry en Xander Soldaat.