



Academie voor Technology, Innovation & Society Delft
Academie voor ICT & Media

Microcontroller Programmeren in C

MICPRG Les 11

DE HAAGSE
HOGESCHOOL

Datastructuren in C

- Werkgeheugen (PC en microcontroller):
 - Statische datastructuren (vaste grootte):
 - Array.
 - Struct.
 - Dynamisch datastructuren (variabele grootte):
 - List.
 - Tree.
 - ...
- Achtergrondgeheugen (PC):
 - Files:
 - Text files.
 - Binary files.
- Achtergrondgeheugen (microcontroller):
 - Flash
 - EEPROM

• Heb je al gehad
• Krijg je bij MICPRG
• Krijg je later

DE HAAGSE 112
HOGESCHOOL

Array in C

temperatuur

0	1	2	3	4	5	6
			13.7			

In elk hokje past een double

- Alle elementen moeten van hetzelfde type zijn.
- Een array variabele heeft een type, een naam en een grootte.
 - double temperatuur[7];
- Elk element heeft een index.
- Element kan gebruikt worden met indexing.
 - temperatuur[3] = 13.7;

DE HAAGSE 113
HOGESCHOOL

C-string

Kijk voor meer info op BB!

- Een stukje tekst wordt in C een C-string genoemd.
- Een vaste tekst wordt tussen " opgegeven.
"Dit is een C-string"
- Een C-string eindigt met een NUL-karakter ('\0') is iets anders dan '\0').
- Een char array kan gebruikt worden voor het opslaan en bewerken van een C-string.
- In de include file string.h zijn een groot aantal functies gedeclareerd waarmee je C-strings kunt bewerken.

DE HAAGSE 114
HOGESCHOOL

struct in C

- Elementen kunnen van verschillende typen zijn.
- Een struct variabele heeft een naam en een structuur.


```
struct {
    int uur, min, sec;
    double temp;
} meting;
```

uur	min	sec	temp
14			13.7
- Elk element heeft een naam (membername).
- Element kan gebruikt worden met selectie.
 - meting.temp = 13.7;
 - meting.uur = 14;

Kijk voor meer info op BB!

DE HAAGSE 115
HOGESCHOOL

typedef

- Als een array of struct type meerdere keren in een programma wordt gebruikt dan kan de declaratie van het type en de definitie van variabelen worden gesplitst met een typedef.
 - typedef double WeekTemp[7];
WeekTemp temperatuur;
 - typedef struct {
int uur, min, sec;
double temp;
} TempMeting;
TempMeting meting;

DE HAAGSE 116
HOGESCHOOL

Statische datastructuren

- struct kan array(s) bevatten.
 - `typedef struct { char naam[80]; int punten; } Deelnemer;`
- Array kan structs bevatten.
 - `typedef struct { Deelnemer speler[100]; int aantalSpelers; } Stand;`

DE HAAGSE 117
HOGESCHOOL

Huiswerk

Visual Studio

- Gegeven variabele:
 - `Stand s; /* zie vorige sheet */`
- Neem aan dat deze variabele gevuld is met data.
 - `s = leesData();`
- Schrijf een functie om de naam van de speler(s) met de meeste punten af te drukken.
 - `printWinnaars(s);`



118

Uitwerking

```
void printWinnaars(Stand st) {
    if (st.aantalSpelers == 0) {
        printf("Er is geen winnaar.\n");
    }
    else {
        int i, max;
        max = st.speler[0].punten;
        for (i = 1; i < st.aantalSpelers; i++) {
            if (st.speler[i].punten > max) {
                max = st.speler[i].punten;
            }
        }
        printf("De winnaar(s) is(zijn):\n");
        for (i = 0; i < st.aantalSpelers; i++) {
            if (st.speler[i].punten == max) {
                printf("%s\n", st.speler[i].naam);
            }
        }
    }
}
```

DE HAAGSE 119
HOGESCHOOL

Zie BB voor het hele programma

Tekst files

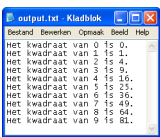
- Een tekstfile bevat in ASCII gecodeerde data.
- Tekstfiles kunnen eenvoudig bewerkt worden (b.v. met Notepad.)
- Tekstfiles kunnen ook met een C programma eenvoudig aangemaakt, beschreven en uitgelezen worden.

DE HAAGSE 120
HOGESCHOOL

Tekstfile maken in C

```
#include <stdio.h>
int main(void) {
    FILE* outfile;
    outfile = fopen("output.txt", "w");
    if (outfile == NULL) {
        printf("File output.txt kan niet aangemaakt worden.\n");
    }
    else {
        int i;
        for (i = 0; i <= 10; i = i + 1) {
            fprintf(outfile, "Het kwadraat van %d is %d.\n", i, i * i);
        }
        fclose(outfile);
        printf("File output.txt is aangemaakt.\n");
    }
    getchar();
    return 0;
}
```

Een FILE* verwijst naar een file.
Fopen opent een file.
"w" opent de file voor schrijven (write).
Fopen geeft NULL terug als openen niet gelukt is.
Fprintf schrijft in een file.
Fclose sluit een file.


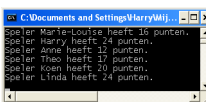


DE HAAGSE 121
HOGESCHOOL

Tekstfile lezen in C

```
#include <stdio.h>
int main(void) {
    char naam[80];
    int punten;
    FILE* infile;
    infile = fopen("stand.txt", "r");
    if (infile == NULL) {
        printf("File stand.txt kan niet gelezen worden.\n");
    }
    else {
        fscanf(infile, "%79s%d", naam, &punten) == 2) {
            while (fscanf(infile, "%79s%d", naam, &punten) == 2) {
                printf("Speler %s heeft %d punten.\n", naam, punten);
            }
            fclose(infile);
        }
    }
    getchar();
    return 0;
}
```

"r" opent de file voor lezen (read).
Fscanf geeft aantal correct ingelezen variabelen terug.
%79s leest maximaal 79 karakters in.

DE HAAGSE 122
HOGESCHOOL

Huiswerk

- Gegeven variabele:
 - Stand s; /* zie voorgaande sheet */
- Schrijf een functie om deze variabele te vullen met de data uit de file stand.txt.
 - s = leesData();



Uitwerking

```

Stand leesData(void) {
    Stand st;
    FILE* infile = fopen("stand.txt", "r");
    if (infile == NULL) {
        printf("File stand.txt kan niet gelezen worden.\n");
        st.aantalSpelers = 0;
    }
    else {
        int i = 0, punten;
        char naam[80];
        while (i < 100 &&
              fscanf(infile, "%79s%d", naam, &punten) == 2) {
            strcpy(st.speler[i].naam, naam);
            st.speler[i].punten = punten;
            i++;
        }
        st.aantalSpelers = i;
        fclose(infile);
    }
    return st;
}

```

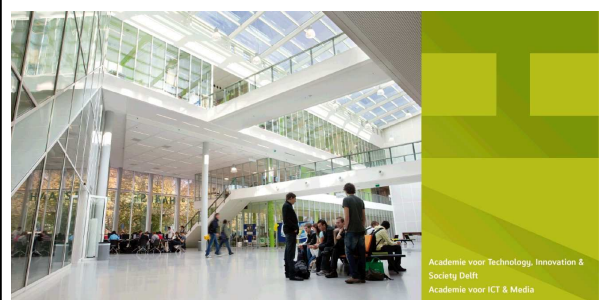
Zie BB voor het hele programma

Huiswerk

- Bestudeer:
 - Blackboard:
 - C-strings.
 - Structs.
 - Tekstfiles.
 - C Boek:
 - Paragraaf 6.9 en 6.10: C-strings.
 - Paragraaf 9.1: Typedef.
 - Paragraaf 9.2, 9.3, 9.5 en 9.6: Structs.
 - Paragraaf 11.3 en 11.4: Tekstfiles.
- Maak opgaven met Microsoft Visual Studio 2012.



Visual Studio
DE HAAGSE 125 HOGESCHOOL



Microcontroller Programmeren in C

MICPRG Les 12

DE HAAGSE HOGESCHOOL

Real-time clock

- PC heeft een RTC Real-time Clock die de "time of day" bijhoudt.
- De RTC is voorzien van een batterij zodat de tijd "doorloopt" als de PC uitstaat.
- De tijd (en datum) kan uitgelezen worden met behulp van de ANSI C standaard include file <time.h>



DE HAAGSE 127 HOGESCHOOL

<time.h>

- Types:
 - time_t (een 32 bits integer).
 - struct tm (een struct).

Veldnaam	Beschrijving
tm_sec	Seconden
tm_min	Minuten
tm_hour	Uren
tm_mday	Dag van de maand (1..31)
tm_mon	Maand (0 = januari)
tm_year	Jaar - 1900 (Dus 115 = 2015)
tm_wday	Dag van de week (0 = zondag)
tm_yday	Dag van het jaar (0..365)
tm_isdst	Zomertijd 0 = Nee, >0 = Ja, <0 = Onbekend

DE HAAGSE 128 HOGESCHOOL

<time.h>

- Functies:
 - `time_t` tijd; `char *s`; `struct tm *pt`;
 - `time(&tijd)`;
Haalt de huidige tijd en datum uit het operating systeem. Als de tijd en datum niet beschikbaar is wordt tijd gelijk aan -1. tijd = het aantal seconden dat verlopen is sinds 00:00:00 GMT, January 1, 1970.
 - `s = ctime(&tijd)`;
Converteert de tijd naar een string.
 - `pt = localtime(&tijd)`;
Converteert een `time_t` naar een `struct tm`.
 - `tijd = mktime(pt)`;
Converteert de `struct tm` naar een `t_time`.

DE HAAGSE 129
HOOGESCHOOL

Voorbeeld

```
#include <stdio.h>
#include <time.h>
int main(void) {
    struct tm* pt;
    time_t tijd;
    time(&tijd);
    printf("Vandaag is het:\n%s\n", ctime(&tijd));
    pt = localtime(&tijd);
    printf("Dag %d van het jaar.\n", pt->tm_yday + 1);
    printf("Datum: %02d-%02d-%4d.\n", pt->tm_mday, pt->tm_mon + 1,
        pt->tm_year + 1900);

    if (pt->tm_isdst >= 0) {
        printf("Het is ");
        if (pt->tm_isdst == 0)
            printf("wintertijd.\n");
        else
            printf("zomertijd.\n");
    }
    getchar(); return 0;
}
```

DE HAAGSE 130
HOOGESCHOOL

Voorbeeld (1 van 2)

```
#include <stdio.h>
#include <time.h>
int main(void) {
    struct tm t, *pt; time_t tijd;
    char* dag[] = {"zondag", "maandag", "dinsdag", "woensdag",
        "donderdag", "vrijdag", "zaterdag"};

    printf("Geef de datum.\n");
    do {
        printf("Dag (1..31): ");
        fflush(stdin);
    } while (scanf("%d", &t.tm_mday) != 1 || t.tm_mday < 1 || t.tm_mday > 31);
    do {
        printf("Maand (1..12): ");
        fflush(stdin);
    } while (scanf("%d", &t.tm_mon) != 1 || t.tm_mon < 1 || t.tm_mon > 12);
    t.tm_mon -= 1;
    do {
        printf("Jaar (1970..2037): ");
        fflush(stdin);
    } while (scanf("%d", &t.tm_year) != 1 || t.tm_year < 1970 || t.tm_year > 2037);
    t.tm_year -= 1900;
```

Op wat voor dag valt ... ?

DE HAAGSE 131
HOOGESCHOOL

Voorbeeld 1 van 2

```
t.tm_sec = 0;
t.tm_min = 0;
t.tm_hour = 0;
t.tm_isdst = -1;
tijd = mktime(&t);

if (tijd == -1) {
    printf("Ongeldige datum!\n");
} else {
    pt = localtime(&tijd);
    printf("%02d-%02d-%4d is een %s.\n", pt->tm_mday,
        pt->tm_mon + 1, pt->tm_year + 1900, dag[pt->tm_wday]);
}
fflush(stdin);
getchar();
return 0;
}
```

```
C:\Documents and Settings\HarryV...
Geef de datum.
Dag (1..31): kerstmis
Dag (1..31): 25
Maand (1..12): december
Maand (1..12): 12
Jaar (1970..2037): 2015
25-12-2015 is een vrijdag.
```

DE HAAGSE 132
HOOGESCHOOL

Seriële communicatie (1 van 4)

- Zie: <http://bd.eduweb.hhs.nl/micprg/pdf/serial-win.pdf> (Robertson Bayer).

```
int main(void) {
    HANDLE hCom;
    char in;
    hCom = InitCom(1);
    printf("Er wordt nu een S verstuurd.\n");
    WriteCom(hCom, 'S');
    printf("Ontvangen karakters worden op het scherm gezet");
    printf(" totdat een Q wordt ontvangen.\n");
    do {
        in = ReadCom(hCom);
        if (in != 'Q') {
            putchar(in);
        }
    } while (in != 'Q');
    CloseHandle(hCom);
    printf("\nEINDE.\n");
    getchar(); return 0;
}
```

InitCom, WriteCom en
ReadCom zijn door mij
geschreven functies. Zie
volgende sheets...

DE HAAGSE 133
HOOGESCHOOL

Seriële communicatie (2 van 4)

```
#include <stdio.h>
#include <windows.h>

HANDLE InitCom(int comPortNumber) {
    DCB dcb;
    HANDLE hCom;
    BOOL fSuccess;
    char comPortName[20];
    sprintf(comPortName, "\\.\COM%d", comPortNumber);
    hCom = CreateFileA(comPortName, GENERIC_READ | GENERIC_WRITE,
        0, NULL, OPEN_EXISTING, 0, NULL);

    if (hCom == INVALID_HANDLE_VALUE) {
        MessageBoxA(0, "Kan seriële poort niet openen!",
            "Fout", MB_OK | MB_ICONEXCLAMATION); exit(-1);
    }
    fSuccess = GetCommState(hCom, &dcb);
    if (!fSuccess) {
        MessageBoxA(0, "Kan seriële instellingen niet lezen!",
            "Fout", MB_OK | MB_ICONEXCLAMATION); exit(-1); 134
    }
}
```

Seriële communicatie (3 van 4)

```

dcb.fParity = TRUE;
dcb.BaudRate = CBR_9600;
dcb.ByteSize = 7;
dcb.Parity = EVENPARITY;
dcb.StopBits = ONESTOPBIT;
dcb.fOutxCtsFlow = FALSE;
dcb.fOutxDsrFlow = FALSE;
dcb.fDtrControl = DTR_CONTROL_DISABLE;
dcb.fDsrSensitivity = FALSE;
dcb.fOutX = FALSE; dcb.fInX = FALSE;
dcb.fRtsControl = RTS_CONTROL_DISABLE;
fSuccess = SetCommState(hCom, &dcb);
if (!fSuccess) {
    MessageBoxA(0,
        "Kan instellingen van de seriële poort niet aanpassen!",
        "Fout", MB_OK | MB_ICONEXCLAMATION);
    exit(-1);
}
return hCom;
}

```

DE HAAGSE 135
HOGESCHOOL

Seriële communicatie (4 van 4)

```

char ReadCom(HANDLE hCom) {
    char inBuffer[2] = " "; unsigned long nBytesRead;
    while (ReadFile(hCom, &inBuffer, 1, &nBytesRead, NULL) &&
        nBytesRead == 0);

    if (nBytesRead != 1) {
        MessageBoxA(0, "Kan seriële poort niet uitlezen!",
            "Fout", MB_OK | MB_ICONEXCLAMATION); exit(-1);
    }
    return inBuffer[0];
}

void WriteCom(HANDLE hCom, char c) {
    char outBuffer[2] = " ";
    unsigned long nBytesWritten;
    outBuffer[0] = c;
    WriteFile(hCom, &outBuffer, 1, &nBytesWritten, NULL);
    if (nBytesWritten != 1) {
        MessageBoxA(0, "Kan seriële poort niet beschrijven!",
            "Fout", MB_OK | MB_ICONEXCLAMATION); exit(-1);
    }
}
}

```



DE HAAGSE 136
HOGESCHOOL

Huiswerk

- Breidt het voorgaande programma uit met een **timeout** zodat als er na 1000 ms nog niets ontvangen is een melding wordt gegeven. Zie <http://bd.eduweb.hhs.nl/micprg/pdf/serial-win.pdf>.
- Schrijf het bijbehorende programma voor de ATmega32.
 - Wacht op 'S'.
 - Verstuur "HalloQ".

DE HAAGSE 137
HOGESCHOOL

Uitwerking

```

#include <avr/io.h>
int main(void) {
    char c;
    // 9600-7-E-1
    UCSRA = 0x00; UCSRB = 0x18; UCSRC = 0xA4; UBRRL = 0; UBRR1L = 23;
    while (1) {
        while (!(UCSRA & 1<<RXC));
        if (UCSRA & (1<<FE | 1<<DOR | 1<<PE)) {
            c = UDR;
            while (!(UCSRA & 1<<UDRE));
            UDR = '?';
        }
        else {
            c = UDR;
            if (c == 'S') {
                char s[] = "HalloQ";
                int i;
                for (i = 0; s[i] != '\0'; i++) {
                    while (!(UCSRA & 1<<UDRE));
                    UDR = s[i];
                }
            }
        }
    }
    return 0;
}

```

DE HAAGSE 138
HOGESCHOOL