

Arrays und Datenstrukturen

Praktikum „C-Programmierung“

Eugen Betke, Nathanael Hübbe,
Michael Kuhn, Jakob Lüttgau, Jannek Squar

Wissenschaftliches Rechnen
Fachbereich Informatik
Universität Hamburg

2018-11-12



Universität Hamburg

DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG

1 Arrays und Datenstrukturen

- Einführung
- Arrays
- Beispiele
- Zusammenfassung

Datentypen

char Einzelne Zeichen (1 Byte)

int Integer (üblicherweise 4 Bytes)

float Gleitkommazahl (üblicherweise 4 Bytes)

double Gleitkommazahl (üblicherweise 8 Bytes)

void Unvollständiger Datentyp

enum Aufzählungen (intern Integer)

struct Strukturen

[] Arrays

* Zeiger

sizeof v0

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main (void) {
4     printf("char:   %d\n", sizeof(char));
5     printf("int:    %d\n", sizeof(int));
6     printf("float:  %d\n", sizeof(float));
7     printf("double: %d\n", sizeof(double));
8     printf("void:   %d\n", sizeof(void));
9     printf("void*:  %d\n", sizeof(void*));
10    return 0;
11 }
```

sizeof v0

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int main (void) {
4     printf("char:   %d\n", sizeof(char));
5     printf("int:    %d\n", sizeof(int));
6     printf("float:  %d\n", sizeof(float));
7     printf("double: %d\n", sizeof(double));
8     printf("void:   %d\n", sizeof(void));
9     printf("void*:  %d\n", sizeof(void*));
10    return 0;
11 }
```

- Mit `sizeof` kann die Größe von Datentypen und Variablen bestimmt werden
 - Erinnerung: Die Größen sind architektur- und implementierungsabhängig
 - Nur die Größe von `char` wird im Standard explizit vorgegeben

Einführung

- C unterstützt Arrays beliebiger Datentypen
 - Intern einfach ein zusammenhängender Speicherbereich
- Auf die Daten wird über einen Index mithilfe von [] zugegriffen
 - Dabei finden keine Prüfungen statt
- Die Daten werden zeilenweise im Speicher abgelegt
 - Beispiel: Ein zweidimensionales Array der Größe 2×2



Array v0

```
1 int main (void) {  
2     int array[10];  
3  
4     for (int i = 0; i < 10; i++) {  
5         array[i] = i;  
6     }  
7  
8     return 0;  
9 }
```

Array v0

```
1 int main (void) {  
2     int array[10];  
3  
4     for (int i = 0; i < 10; i++) {  
5         array[i] = i;  
6     }  
7  
8     return 0;  
9 }
```

- Arrays werden mit [] angegeben
 - [n] steht dabei für ein Array mit n Einträgen
 - Arrays starten mit dem Index 0

Array v1

```
1 void fill_array (int array[]) {
2     for (int i = 0; i < 10; i++) {
3         array[i] = i;
4     }
5 }
6
7 int main (void) {
8     int array[10];
9
10    fill_array(array);
11    return 0;
12 }
```

Array v1

```
1 void fill_array (int array[]) {
2     for (int i = 0; i < 10; i++) {
3         array[i] = i;
4     }
5 }
6
7 int main (void) {
8     int array[10];
9
10    fill_array(array);
11    return 0;
12 }
```

- Arrays können auch als Funktionsparameter übergeben werden

Array v2

```
1 void fill_array (int* array) {
2     for (int i = 0; i < 10; i++) {
3         *(array + i) = i;
4     }
5 }
6
7 int main (void) {
8     int array[10];
9
10    fill_array(array);
11    return 0;
12 }
```

Array v2

```
1 void fill_array (int* array) {
2     for (int i = 0; i < 10; i++) {
3         *(array + i) = i;
4     }
5 }
6
7 int main (void) {
8     int array[10];
9
10    fill_array(array);
11    return 0;
12 }
```

- Intern werden Arrays als Zeiger auf Speicherbereiche behandelt

Array v3

```
1 int main (void) {  
2     int array[10];  
3  
4     for (unsigned int i = 0; i < sizeof(array) / sizeof(*array); i++) {  
5         array[i] = i;  
6     }  
7  
8     return 0;  
9 }
```

Array v3

```
1 int main (void) {  
2     int array[10];  
3  
4     for (unsigned int i = 0; i < sizeof(array) / sizeof(*array); i++) {  
5         array[i] = i;  
6     }  
7  
8     return 0;  
9 }
```

- Die Größe eines Arrays kann mit `sizeof` bestimmt werden
 - Allerdings nur an Stellen, an denen der Compiler die Größe kennt

Array v3

```
1 int main (void) {  
2     int array[10];  
3  
4     for (unsigned int i = 0; i < sizeof(array) / sizeof(*array); i++) {  
5         array[i] = i;  
6     }  
7  
8     return 0;  
9 }
```

- Die Größe eines Arrays kann mit `sizeof` bestimmt werden
 - Allerdings nur an Stellen, an denen der Compiler die Größe kennt
- `sizeof(array)` gibt die Gesamtgröße zurück
 - `sizeof(*array)` die Größe eines Elements

enum v0

```
1 #include <stdio.h>
2
3 enum {
4     ENUM_ZERO,
5     ENUM_ONE
6 };
7
8 int main (void) {
9     printf("zero: %d\n", ENUM_ZERO);
10    printf("one:  %d\n", ENUM_ONE);
11    return 0;
12 }
```

enum v0

```
1 #include <stdio.h>
2
3 enum {
4     ENUM_ZERO,
5     ENUM_ONE
6 };
7
8 int main (void) {
9     printf("zero: %d\n", ENUM_ZERO);
10    printf("one:  %d\n", ENUM_ONE);
11    return 0;
12 }
```

- Mithilfe von enum können Integer-Konstanten eingeführt werden
 - Die Nummerierung startet standardmäßig bei 0

enum v1

```
1 #include <stdio.h>
2
3 enum {
4     ENUM_TWO    = 2,
5     ENUM_THREE
6 };
7
8 int main (void) {
9     printf("two:    %d\n", ENUM_TWO);
10    printf("three: %d\n", ENUM_THREE);
11    return 0;
12 }
```

enum v1

```
1 #include <stdio.h>
2
3 enum {
4     ENUM_TWO    = 2,
5     ENUM_THREE
6 };
7
8 int main (void) {
9     printf("two:    %d\n", ENUM_TWO);
10    printf("three: %d\n", ENUM_THREE);
11    return 0;
12 }
```

- Der Startindex kann angepasst werden
 - Folgende Einträge werden automatisch um eins erhöht

enum v2

```
1 #include <stdio.h>
2
3 enum {
4     BIT_SEVEN = (1 << 6),
5     BIT_EIGHT = (1 << 7)
6 };
7
8 int main (void) {
9     printf("seven: %d\n", BIT_SEVEN);
10    printf("eight: %d\n", BIT_EIGHT);
11    return 0;
12 }
```

enum v2

```
1 #include <stdio.h>
2
3 enum {
4     BIT_SEVEN = (1 << 6),
5     BIT_EIGHT = (1 << 7)
6 };
7
8 int main (void) {
9     printf("seven: %d\n", BIT_SEVEN);
10    printf("eight: %d\n", BIT_EIGHT);
11    return 0;
12 }
```

- Die enum-Einträge können gut für Bit-Werte genutzt werden
 - Auch Bit-Masken etc. sind möglich

struct v0

```
1 struct foo {  
2     int bar;  
3     char baz;  
4 };  
5  
6 int main (void) {  
7     struct foo a;  
8     a.bar = 42;  
9     a.baz = 'a';  
10    return 0;  
11 }
```

struct v0

```
1 struct foo {  
2     int bar;  
3     char baz;  
4 };  
5  
6 int main (void) {  
7     struct foo a;  
8     a.bar = 42;  
9     a.baz = 'a';  
10    return 0;  
11 }
```

- Ein `struct` ist aus anderen Datentypen zusammengesetzt
 - Auf den Inhalt kann über Variablennamen zugegriffen werden

struct v1

```
1 struct foo {  
2     int bar;  
3     char baz;  
4 };  
5  
6 int main (void) {  
7     struct foo a = { 42, 'a' };  
8     struct foo b = { .bar = 42, .baz = 'a' };  
9     return 0;  
10 }
```

struct v1

```
1 struct foo {  
2     int bar;  
3     char baz;  
4 };  
5  
6 int main (void) {  
7     struct foo a = { 42, 'a' };  
8     struct foo b = { .bar = 42, .baz = 'a' };  
9     return 0;  
10 }
```

- Die Initialisierung ist mit { } möglich
 - Entweder in der richtigen Reihenfolge oder über Namen

struct v2

```
1 #include <stdio.h>
2
3 struct foo {
4     int bar;
5     char baz;
6 };
7
8 int main (void) {
9     printf("sizeof: %lu\n", sizeof(struct foo));
10    return 0;
11 }
```

struct v2

```
1 #include <stdio.h>
2
3 struct foo {
4     int bar;
5     char baz;
6 };
7
8 int main (void) {
9     printf("sizeof: %lu\n", sizeof(struct foo));
10    return 0;
11 }
```

- Die Größe entspricht nicht immer der Summe der Größe der Komponenten
 - Strukturen werden für effizienten Zugriff mit Padding versehen

struct v3

```
1 #include <stdio.h>
2
3 struct foo {
4     char baz0;
5     int bar;
6     char baz1;
7 };
8
9 int main (void) {
10     printf("sizeof: %lu %lu\n", sizeof(char), sizeof(int));
11     printf("sizeof: %lu\n", sizeof(struct foo));
12     return 0;
13 }
```

struct v3

```
1 #include <stdio.h>
2
3 struct foo {
4     char baz0;
5     int bar;
6     char baz1;
7 };
8
9 int main (void) {
10     printf("sizeof: %lu %lu\n", sizeof(char), sizeof(int));
11     printf("sizeof: %lu\n", sizeof(struct foo));
12     return 0;
13 }
```

- Die Reihenfolge der Komponenten ist wichtig für das Padding

union v0

```
1  union foo {  
2      int bar;  
3      char baz;  
4  };  
5  
6  int main (void) {  
7      union foo a;  
8      a.bar = 42;  
9      a.baz = 'a';  
10     return 0;  
11 }
```

union v0

```
1 union foo {
2     int bar;
3     char baz;
4 };
5
6 int main (void) {
7     union foo a;
8     a.bar = 42;
9     a.baz = 'a';
10    return 0;
11 }
```

- Eine union verhält sich ähnlich wie ein struct
 - Enthält beliebig viele Komponenten, allerdings ist nur eine davon aktiv

union v1

```
1 #include <stdio.h>
2
3 union foo {
4     int bar;
5     char baz;
6 };
7
8 int main (void) {
9     printf("sizeof: %lu\n", sizeof(union foo));
10    return 0;
11 }
```

union v1

```
1 #include <stdio.h>
2
3 union foo {
4     int bar;
5     char baz;
6 };
7
8 int main (void) {
9     printf("sizeof: %lu\n", sizeof(union foo));
10    return 0;
11 }
```

- Eine union belegt nur so viel Platz wie ihre größte Komponente

Zusammenfassung

- C bietet eine Vielzahl an Möglichkeiten, um eigene Datentypen zu definieren
 - Arrays zur Verwaltung gleicher Daten
 - enum zur einfachen Verwaltung von Aufzählungen
 - struct zur Definition von zusammengesetzten Strukturen
 - union zur Verwaltung zusammengehörender Datenstrukturen