Tablice i struktury

czyli złożone typy danych.

Tablica

przechowuje elementy tego samego typu

struktura jednorodna, homogeniczna

Elementy identyfikowane liczbami (indeksem).

8	1	-6	3	5	7	4	9	2	10	-4	88	6	3	1	3	332	2

Struktura

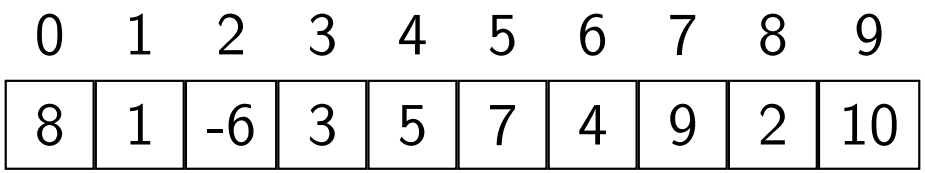
przechowuje elementy dowolnego typu

struktura niejednorodna, heterogeniczna

Elementy identyfikowane przez nazwy.

"Hans"		
"Kloss"		
4	11	2013
'M'		
181.5		

- wszystkie elementy są tego samego typu
- elementy identyfikowane przez liczbę całkowitą (indeks)
- tablice jednowymiarowe
- rozmiar musi być znany w momencie kompilacji
  tablice statyczne
- swobodny dostęp (*random acces*) do elementów
- operator dostępu []
- w C tablice są indeksowane od 0



Deklaracja tablicy

```
typ identyfikator[rozmiar];
```

Przykład

```
#define MAX 1000
const int n=200;

int a[10];
float tablica[MAX];
char napis[n];
```

- operator [] daje dostęp do i-tego elementu
- indeksowanie wartościami całkowitymi
- brak kontroli zakresu tablicy podczas kompilacji

Przykłady

```
tablica[0] = 1.3;
napis[3] = 'x';
i = a[i];
a[i] = a[i] + 5;
tablica[i-1] = tablica[i];
tablica[maxind(x)] = tablica[0];
```

```
float t[10];
```

t[0]	t[1]	t[2]	t[2]	t[4]	t[5]	t[6]	t[7]	t[8]	t[9]

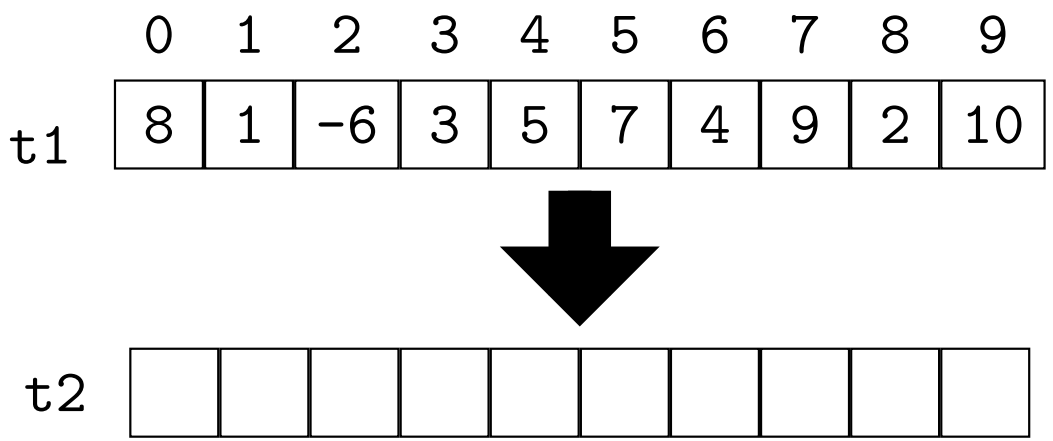
Wczytywanie wartości

```
float t[10];
int i=0;

while(i<10)
{
    printf("t[%d]=", i);
    scanf("%f", &t[i]);
    i = i + 1;
}
```

Zerowanie wartości

```
float t[10];
int i;

for(i=0; i<10; i++)
{
    t[i] = 0;
}
```

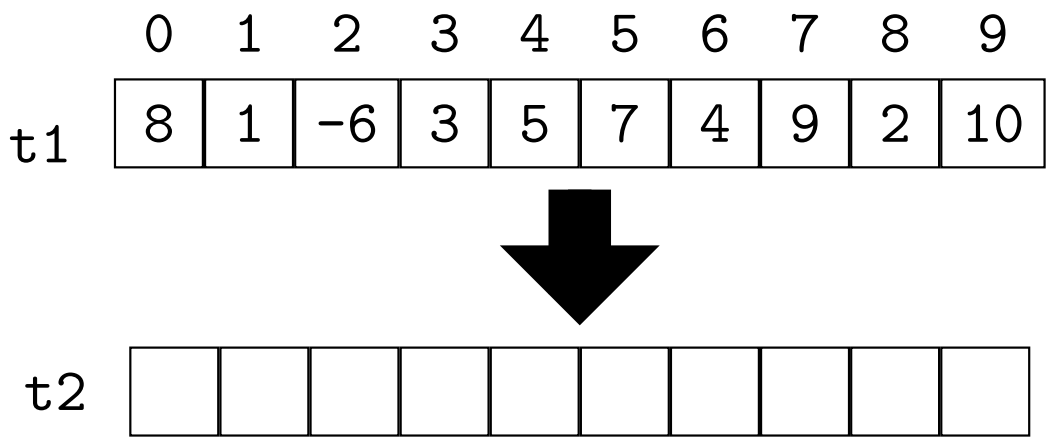
Kopiowanie tablic




```
int t1[10];
int t2[10];

t1 = t2;
```

Źle !

Kopiowanie tablic




```
int i;
int t1[10];
int t2[10];

i = 0;
while( i<10 )
{
    t2[i] = t1[i];
    i++;
}
```

Tablica jednowymiarowa w argumetach funkcji podawana bez rozmiaru (informacja o rozmiarze jest ignorowana i nie jest dostępna wewnątrz funkcji).

```
1  float max(float t[], int n)
2  {
3      float m = t[0];
4      while( n > 1 )
5      {
6          n = n - 1;
7          if( m < t[n] ) m = t[n];
8      }
9      return m;
10 }
```

☞ max.c

Przykładowe deklaracje funkcji

```
void wczytaj(float tab[], int n);
float max(float t[], int n);
```

Dobrze

```
float max(float t[10]);
float max(float t, int n);
float max(float t[]);
```

Źle

Zawartość tablicy przekazana do funkcji nie jest kopiowana, zaś funkcja może dowolnie modyfikować elementy przekazanej tablicy.

```c
#include<stdio.h>

void funkcja(int tab[], int x)
{
    tab[0]++;
    x++;
}

int main()
{
    int tab[10], x = 5;

    tab[0] = x;
    funkcja(tab, x);
    printf("tab[0]=%d, x=%d\n", tab[0], x);
}
```

☞ funtab.c

Modyfikator `const` pozwala zaznaczyć, że funkcja nie zmienia wartości elementów tablicy.

Przykład:

```
float max(const float t[], int n);
```

```
void funkcja(const int tab[], int x)
{
    tab[0]++;
    x++;
}
```

Błąd! Nie można modyfikować.

Parametrem aktualnym funkcji (w momencie wywołania) jest nazwa tablicy

```
float max(const float t[], int n);
void wczytaj(float t[], int n);

int main()
{
    float t[10], x;
    int n=10;

    wczytaj(t,n);
    x = max(t,n);

    x = max(t[10], 10);
    x = max(t[], 10);
    x = max(float t[], int n);
}
```

Dobrze

Źle

Problem: w zbiorze zawierającym n elementów odnajdź element x.

Algorithm Przeszukiwanie liniowe

Dane wejściowe: ciąg $\{t_0, t_1, \ldots, t_{n-1}\}$ zawierający n elementów, szukany element x, pozycja początku przeszukiwania i

Wynik: pozycja pierwszego znalezionego elementu x w ciągu lub wartość -1 jeśli nie znaleziono

1: **dopóki** $i < n$ **wykonuj**
2: **jeżeli** $t_i = x$ **wykonaj**
3: **zwróć** i
4: $i \leftarrow i + 1$
5: **zwróć** -1

Przykład w C: przeszukiwanie liniowe

```
1  int szukaj(const int t[], int n, int x, int i)
2  {
3      while( i < n )
4      {
5          if( t[i]== x ) return i;
6          i = i + 1;
7      }
8      return -1;
9  }
```

☞ przeszukiwanie.c

Złożoność przeszukiwania

- Ile porównań należy wykonać w najgorszym przypadku?
- Czy istnieje szybszy sposób przeszukania ciągu elementów?

Algorithm Przeszukiwanie liniowe z wartownikiem

Dane wejściowe: ciąg $\{t_0, t_1, \ldots, t_{n-1}\}$ zawierający n elementów, szukany element x, pozycja początku przeszukiwania i

Wynik: pozycja pierwszego znalezionego elementu x w ciągu lub wartość -1 jeśli nie znaleziono

1: $t_n \leftarrow x$
2: **dopóki** $t_i \neq x$ **wykonuj**
3: $\quad i \leftarrow i + 1$
4: **jeżeli** $i = n$ **wykonaj**
5: $\quad$ **zwróć** -1
6: **w przeciwnym wypadku**
7: $\quad$ **zwróć** i

Przykład w C: przeszukiwanie liniowe z wartownikiem

```
1  int szukaj2(int t[], int n, int x, int i)
2  {
3      t[n] = x;                    /* ustawienie wartownika */
4      while( t[i] != x ) i = i + 1;
5      if( i != n ) return i;
6      return -1;
7  }
```

☞ przeszukiwanie2.c

Typ złożony `struct`

- przechowuje zmienne dowolnego typu
- **pole** struktury to pojedynczy element składowy
- pola są identyfikowane nazwami
- operator dostępu bezpośredniego `.`
- struktury ułatwiają organizację danych $\longrightarrow$ zalążek obiektowości
- struktura może być argumentem funkcji oraz wartością zwracaną z funkcji

"Bond"
"James"
007
3.2

Deklaracja struktury

```
struct nazwa
{
    typ pole1;
    typ pole2;
    ...
};
```

```
struct student
{
    char nazwisko[30];
    char imie[30];
    int indeks;
    float srednia;
};
```

Utworzenie zmiennej (definicja)

```
struct nazwa identyfikator;
```

```
struct student s;
```

Dostęp do pól struktury

```
identyfikator.pole
```

```
s.srednia = 5.0;
```

```c
#include <stdio.h>

struct zespolona
{
    float re;
    float im;
};

int main()
{
    struct zespolona z1 ,z2;
    z1.re = 2.5;
    z1.im = -2.2;

    z2 = z1;
}
```

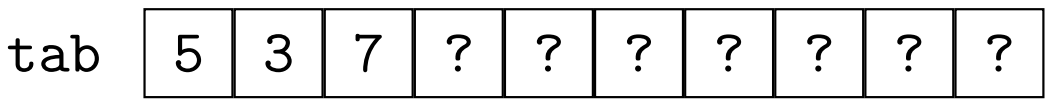
Poprawne kopiowanie

Deklaracje funkcji

```
struct zespolona iloczyn(struct zespolona z1, struct
    zespolona z2);
void wyswietl(struct student s);

int main()
{
    struct zespolona z1, z2, z3;
    struct student s;

    z3 = iloczyn(z1,z2);
    wyswietl(s);

    return 0;
}
```

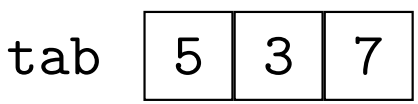
Inicjalizacja elementów tablicy

```
int tab[10] = { 5, 3, 7};
```



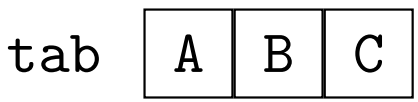
Gdy pominiemy rozmiar tablicy to jest on wyznaczany automatycznie

```
int tab[] = { 5, 3, 7};
```



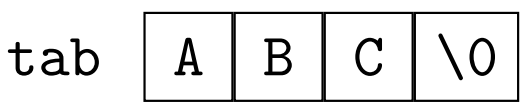
Tablica znaków

```
int tab[] = { 'A', 'B', 'C' };
```



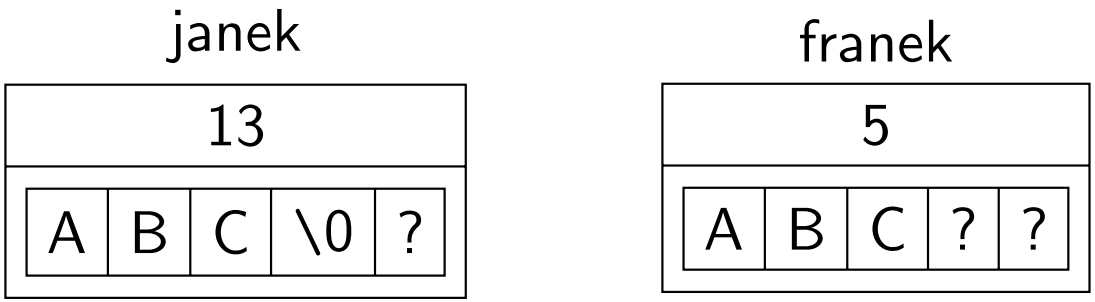
Napis (łańcuch znakowy)

```
int tab[] = "ABC";
```



Inicjalizacja wartości struktur

```
struct student
{
    int numer;
    char nazwisko[5];
};

struct student janek = { 13, "ABC"};
struct student franek = { 5,  { 'A', 'B', 'C' } };
```



Wielokrotnie złożone typy

- tablice wielowymiarowe, macierze, tablice tablic
  `t[10][2][3]`
- struktury zawierające struktury
  `s.data.dzien = 1`
- tablice struktur
  `s[1].wiek = 31`
- struktury zawierające tablice
  `punkt.wsp[1] = 1.2`

Problem: wyznacz położenie środka masy dla n punktów materialnych.

Punkt materialny

$$p_i = \{m_i, \vec{r}_i\}, \qquad \vec{r}_i = [x_i, y_i, z_i]$$

Środek masy dwóch punktów

$$\vec{r}_{12} = \frac{m_1\vec{r}_1 + m_2\vec{r}_2}{m_1 + m2}, \qquad m_{12} = m_1 + m_2$$

Środek masy n punktów

$$\vec{r}_0 = \frac{\sum_{i=1}^{n} m_i\vec{r}_i}{\sum_{i=1}^{n} m_i}, \qquad m_0 = \sum_{i=1}^{n} m_i$$

Tablica 4 elementowa

konwencja: 0,1,2 - współrzędne kartezjańskie, 3 - masa

```
float punkt[4];
```

Struktura

```
struct punkt
{
    float m;
    float x;
    float y;
    float z;
};
```

```
struct punkt
{
    float m;
    float wsp[3];
};
```

```
float* srodek(const float p1[], const float p2[])
{
    float sm[4];
    int i=0;

    sm[3] = p1[3] + p2[3];

    for(i=0; i<3; i++)
        sm[i] = (p1[3] * p1[i] + p2[3] * p2[i])/sm[3];

    return sm;
}
```

```
float* srodek(const float p1[], const float p2[])
{
    float sm[4];
    int i=0;

    sm[3] = p1[3] + p2[3];

    for(i=0; i<3; i++)
        sm[i] = (p1[3] * p1[i] + p2[3] * p2[i])/sm[3];

    return sm;
}
```

zmienna lokalna

brak kopiowania tablic

źle!

```
1  void srodek(const float p1[], const float p2[], float sm[])
2  {
3      int i=0;
4
5      sm[3] = p1[3] + p2[3];
6
7      for(i=0; i<3; i++)
8          sm[i] = (p1[3] * p1[i] + p2[3] * p2[i]) / sm[3];
9  }
```

☞ sm1.c

```
1  struct punkt
2  {
3      float x, y, z;
4      float m;
5  };
6
7  struct punkt srodek(struct punkt p1, struct punkt p2)
8  {
9      struct punkt sm;
10     sm.m = p1.m + p2.m;
11     sm.x = ( p1.m * p1.x + p2.m * p2.x ) / sm.m;
12     sm.y = ( p1.m * p1.y + p2.m * p2.y ) / sm.m;
13     sm.z = ( p1.m * p1.z + p2.m * p2.z ) / sm.m;
14     return sm;
15 }
```

☞ sm2.c

Środek masy 2 punktów

Struktury c.d.

```
1  struct punkt
2  {
3      float wsp[3];
4      float m;
5  };
6
7  struct punkt srodek(struct punkt p1, struct punkt p2)
8  {
9       struct punkt sm;
10      int i=0;
11      sm.m=p1.m+p2.m;
12      while(i<3)
13      {
14            sm.wsp[i]=(p1.m*p1.wsp[i]+p2.m*p2.wsp[i])/sm.m;
15            i = i + 1;
16      }
17      return sm;
18 }
```

Algorithm Środek masy n punktów materialnych

Dane wejściowe: zestaw punktów $\{p_1, p_2, \ldots, p_n\}$ określonych przez masę i współrzędne kartezjańskie $p_i = \{x_i, y_i, z_i, m_i\}$

Wynik: $p_0 = \{x_0, y_0, z_0, m_0\}$ położenie środka masy i masa całkowita układu

1: $p_0 \leftarrow \{0, 0, 0, 0\}$
2: $i \leftarrow 0$
3: **dopóki** $i < n$ **wykonuj**
4: **wczytaj** p_i
5: $p_0 \leftarrow srodek(p_i, p_0)$
6: $i \leftarrow i + 1$
7: **wypisz** p_0

Środek masy n punktów

```
1  int main()
2  {
3      struct punkt p = { 0.0, 0.0, 0.0, 0.0 };
4      struct punkt p1;
5      char dalej='t';
6
7      do
8      {
9        p1 = wczytaj();
10       p = srodek(p1, p);
11
12       printf("Czy dodac kolejny punkt [t/n] ? ");
13       scanf(" %c",&dalej);
14     }while(dalej != 'n' );
15
16   printf("Srodek masy:\n");
17   wypisz(p);
18
19   return 0;
20 }
```

☞ sm2.c

Model układu n punktów

Tablica tablic

```
float chmura[1000][4];
```

```
m42 = chmura[42][3]
```

Tablica struktur

```
struct punkt chmura[1000];
```

```
m42 = chmura[42].m
```

Struktura z tablicami

```
struct chmura {
    int n;
    float x[1000];
    float y[1000];
    float z[1000];
    float m[1000];
};
```

```
struct chmura c;
m42 = c.m[42]
```

```
struct chmura {
    int n;
    struct punkt p[1000];
};
```

```
struct chmura c;
m42 = c.p[42].m
```

Środek masy n punktów

Tablica struktur

```
1  struct punkt srodek(const struct punkt p[], int n)
2  {
3      struct punkt sm;
4      int i=0;
5
6      sm.m = 0.0; sm.x = 0.0; sm.y = 0.0; sm.z = 0.0;
7
8      while(i<n)
9      {
10         sm.m = sm.m + p[i].m;
11         sm.x = sm.x + p[i].x * p[i].m;
12         sm.y = sm.y + p[i].y * p[i].m;
13         sm.z = sm.z + p[i].z * p[i].m;
14         i = i + 1;
15     }
16     sm.x = sm.x/sm.m;
17     sm.y = sm.y/sm.m;
18     sm.z = sm.z/sm.m;
19     return sm;
20 }
```

```
1  int main()
2  {
3      struct punkt chmura[MAX];
4      int i=0;
5
6      do
7      {
8          chmura[i] = wczytaj();
9          i = i + 1;
10     }while(czy_dalej() == 1 && i < MAX );
11
12     printf("Srodek masy:\n");
13     wypisz(srodek(chmura,i));
14
15     return 0;
16 }
```

☞ sm4.c

Środek masy n punktów

Struktura z tablicą punktów

```
1  int main()
2  {
3      struct chmura c;
4      int i=0;
5
6      c.n = 0;
7
8      do
9      {
10         c = dodaj(c, wczytaj());
11         i = i + 1;
12     }while( czy_dalej() && i < MAX );
13
14     printf("Aktualny zbior punktow:\n");
15     wypisz_chmure(c);
16     printf("Srodek masy:\n");
17     wypisz_punkt(srodek(c));
18
19     return 0;
20 }
```

☞ sm6.c

- **Tablica** - zbiór elementów tego samego typu indeksowanych od 0
- **Struktura** - zbiór elementów różnych typów o nazwanych polach
- Tablice trzeba kopiować „ręcznie” element po elemencie
- Właściwie dobrana reprezentacja danych może istotnie ułatwić realizację rozwiązania. Reprezentacja danych ma wpływ na czytelność kodu i efektywność programu
- Dobra zasada: twórz funkcje do manipulowania złożonymi typami danych
- Inne typy złożone: unie, pola bitowe, typ wyliczeniowy (zob. wykład 11)


Maciej M. Sysło, *„Algorytmy”*, WSiP, Warszawa, 2002.


David Griffiths, Dawn Griffiths *„Rusz głową! C.”*, Helion, Gliwice, 2013.


„Kurs programowania w C”, WikiBooks, `http://pl.wikibooks.org/wiki/C`