Informatyka 2 (ES1D300 017)

Politechnika Białostocka - Wydział Elektryczny

Elektrotechnika, semestr III, studia stacjonarne I stopnia

Rok akademicki 2019/2020

Wykład nr 4 (22.10.2019)

dr inż. Jarosław Forenc

Plan wykładu nr 4

- Wskaźniki
  - operacje na wskaźnikach
- Dynamiczny przydział pamięci
  - funkcje calloc, malloc, free
  - przydział pamięci na wektor
  - dynamiczny przydział pamięci na macierz
- Dynamiczne struktury danych
  - stos, kolejka, lista, drzewo

Operacje na wskaźnikach (1)

- Przypisanie - wskaźnikowi można przypisać:
  - adres zmiennej (nazwa zmiennej poprzedzona znakiem &)
  - inny wskaźnik
  - tablicę (nazwa to jej adres)

```
int tab[3] = {1, 2, 3};
int x = 10, *ptr1, *ptr2, *ptr3;

ptr1 = &x;
ptr2 = ptr1;
ptr3 = tab;
```

- Typ adresu i wskaźnika muszą być zgodne

Operacje na wskaźnikach (2)

- Pobranie wartości (dereferencja)
  - otrzymanie wartości przechowywanej w pamięci, w miejscu wskazywanym przez wskaźnik
  - operator pobrania wartości (dereferencji, wyłuskania): *

```
int x = 10, *ptr, y;

ptr = &x;
y = *ptr;
printf("Wartosc x i y: %d\n",y);
```

```
Wartosc x i y: 10
```

Operacje na wskaźnikach (3)

- Pobranie adresu wskaźnika
  - tak jak inne zmienne, także wskaźniki posiadają wartość i adres

```
int x = 10, *ptr;

ptr = &x;
printf("Adres zmiennej x:     %p\n",ptr);
printf("Adres wskaznika ptr: %p\n",&ptr);
```

```
Adres zmiennej x:    002CF920
Adres wskaznika ptr: 002CF914
```

Operacje na wskaźnikach (4)

- Dodanie liczby całkowitej do wskaźnika
  - przed dodaniem liczby całkowitej jest ona mnożona przez liczbę bajtów zajmowanych przez wartość wskazywanego typu

```
int tab[5] = {0,1,2,3,4};

printf("Adres tab:    %p\n",tab);
printf("Adres tab+2: %p\n",(tab+2));
printf("tab[0]:       %d\n",*tab);
printf("tab[2]:       %d\n",*(tab+2));
```

```
Adres tab:    002CFC60
Adres tab+2:  002CFC68
tab[0]:       0
tab[2]:       2
```

Operacje na wskaźnikach (5)

- Zwiększenie wskaźnika (inkrementacja)
  - do wskaźnika można dodać 1 lub zastosować operator ++
  - wskaźnik będzie pokazywał na kolejny element tablicy

```
int tab[5] = {0,1,2,3,4}, *ptr;

ptr = tab;
printf("tab[0]:  %d\n",*ptr);
ptr++;
printf("tab[1]:  %d\n",*ptr);
ptr = ptr + 1;
printf("tab[2]:  %d\n",*ptr);
```

```
tab[0]:  0
tab[1]:  1
tab[2]:  2
```

Operacje na wskaźnikach (5)

- Zwiększenie wskaźnika (inkrementacja)
  - do wskaźnika można dodać 1 lub zastosować operator ++
  - wskaźnik będzie pokazywał na kolejny element tablicy

```
int tab[5] = {0,1,2,3,4};

printf("tab[0]:  %d\n",*tab);
tab++;
printf("tab[1]:  %d\n",*tab);
```

error C2105: '++' needs l-value

Operacje na wskaźnikach (6/7)

- Odjęcie liczby całkowitej od wskaźnika
  - działa analogicznie jak dodanie liczby całkowitej do wskaźnika, ale wskaźnik musi być lewym operandem odejmowania

- Zmniejszenie wskaźnika (dekrementacja)
  - działa analogicznie jak inkrementacja

Operacje na wskaźnikach (8)

- Odejmowanie wskaźników
  - różnicę między dwoma wskaźnikami oblicza się najczęściej dla wskaźników należących do tej samej tablicy
  - różnica ta określa jak daleko od siebie znajdują się elementy tablicy

```
int tab[5] = {0,1,2,3,4}, *ptr;

ptr = tab + 3;
printf("Roznica:  %d\n",ptr-tab);
```

```
Roznica:  3
```

  - różnica wskaźników należących do dwóch różnych tablic może spowodować błąd w programie

Operacje na wskaźnikach (9)

- Porównanie wskaźników
  - porównanie może dotyczyć tylko wskaźników tego samego typu
  - w porównaniach stosowane są standardowe operatory:
    <, >, <=, >=, ==, !=

```
int tab[5] = {0,1,2,3,4}, *ptr;

ptr = tab + 2;
ptr--;
--ptr;
if (tab == ptr)
    printf("Ten sam wskaznik\n");
else
    printf("Inny wskaznik\n");
```

```
Ten sam wskaznik
```

Dynamiczny przydział pamięci w języku C

- Kiedy stosuje się dynamiczny przydział pamięci?
  - gdy rozmiar tablicy będzie znany dopiero podczas wykonania programu a nie podczas jego kompilacji
  - gdy rozmiar tablicy jest bardzo duży (np. największy rozmiar tablicy elementów typu char w języku C wynosi ok. 1 000 000)
- Do dynamicznego przydziału pamięci stosowane są funkcje:
  - calloc()
  - malloc()
- Przydział pamięci następuje w obszarze sterty (stosu zmiennych dynamicznych)
- Przydzieloną pamięć należy zwolnić wywołując funkcję:
  - free()

Dynamiczny przydział pamięci w języku C

CALLOC stdlib.h

```
void *calloc(size_t num, size_t size);
```

- Przydziela blok pamięci o rozmiarze num*size (mogący pomieścić tablicę num-elementów, każdy rozmiaru size)
- Zwraca wskaźnik do przydzielonego bloku pamięci
- Jeśli pamięci nie można przydzielić, to zwraca wartość NULL
- Przydzielona pamięć jest inicjowana zerami (bitowo)
- Zwracaną wartość wskaźnika należy rzutować na właściwy typ

```
int *tab;
tab = (int *) calloc(10,sizeof(int));
```

Dynamiczny przydział pamięci w języku C

MALLOC stdlib.h

```
void *malloc(size_t size);
```

- Przydziela blok pamięci o rozmiarze określonym parametrem size
- Zwraca wskaźnik do przydzielonego bloku pamięci
- Jeśli pamięci nie można przydzielić, to zwraca wartość NULL
- Przydzielona pamięć nie jest inicjowana
- Zwracaną wartość wskaźnika należy rzutować na właściwy typ

```
int *tab;
tab = (int *) malloc(10*sizeof(int));
```

Dynamiczny przydział pamięci w języku C

FREE stdlib.h

```
void *free(void *ptr);
```

- Zwalnia blok pamięci wskazywany parametrem ptr
- Wartość ptr musi być wynikiem wywołania funkcji calloc() lub malloc()

```
int *tab;
tab = (int *) calloc(10,sizeof(int));
/* ... */
free(tab);
```

Dynamiczny przydział pamięci na wektor

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

int main(void)
{
    int   *tab, i, n, x;
    float suma = 0.0;

    printf("Podaj ilosc liczb: ");
    scanf("%d",&n);

    tab = (int *) calloc(n,sizeof(int));
    if (tab == NULL)
    {
        printf("Nie mozna przydzielic pamieci.\n");
        exit(-1);
    }
```

Dynamiczny przydział pamięci na wektor

```
    for (i=0; i<n; i++)    /* wczytanie liczb */
    {
       printf("Podaj liczbe nr %d: ",i+1);
       scanf("%d",&x);
       tab[i] = x;
    }

    for (i=0; i<n; i++)
       suma = suma + tab[i];

    printf("Srednia %d liczb wynosi %f\n",n,suma/n);

    free(tab);

    return 0;
}
```

Dynamiczny przydział pamięci na wektor

```
    for (i=0; i<n; i++)
    {
       printf("Podaj lic
       scanf("%d",&x);
       tab[i] = x;
    }

    for (i=0; i<n; i++)
       suma = suma + tab[i];

    printf("Srednia %d liczb wynosi %f\n",n,suma/n);

    free(tab);

    return 0;
}
```

```
Podaj ilosc liczb: 5
Podaj liczbe nr 1: 1
Podaj liczbe nr 2: 2
Podaj liczbe nr 3: 3
Podaj liczbe nr 4: 4
Podaj liczbe nr 5: 5
Srednia 5 liczb wynosi 3.000000
```

Dynamiczny przydział pamięci na wektor

- Wczytanie liczb bezpośrednio do wektora tab

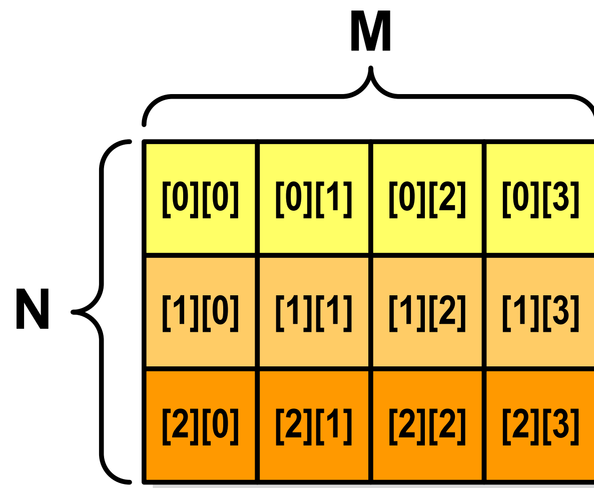
```
for (i=0; i<n; i++)    /* wczytanie liczb */
{
   printf("Podaj liczbe nr %d: ",i+1);
   scanf("%d",&tab[i]);
}
```

- Inny sposób odwołania do elementów wektora tab

```
for (i=0; i<n; i++)    /* wczytanie liczb */
{
   printf("Podaj liczbe nr %d: ",i+1);
   scanf("%d",(tab+i));
}
```

Dynamiczny przydział pamięci na macierz

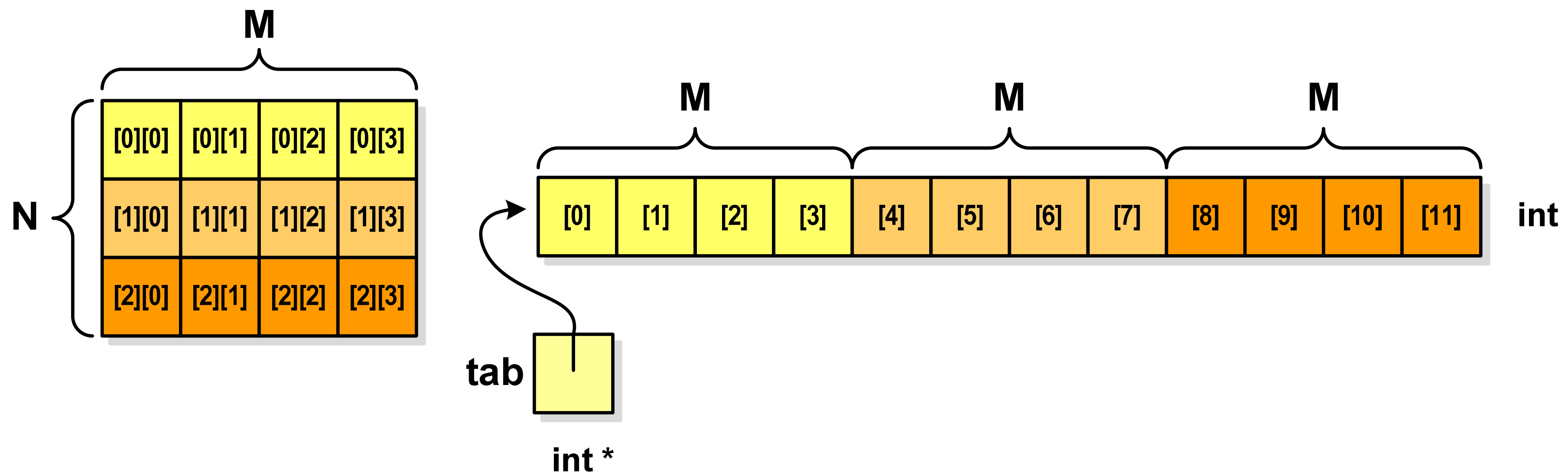
- Funkcje calloc() i malloc() umożliwiają bezpośrednio przydział pamięci tylko na wektor elementów
- Dynamiczny przydział pamięci na macierz wymaga zastosowania specjalnych metod
- Przydzielamy pamięć na macierz zawierającą N-wierszy i M-kolumn



Dynamiczny przydział pamięci na macierz (1)

- Wektor N×M-elementowy
- Przydział pamięci:

```
int *tab = (int *) calloc(N*M,sizeof(int));
```



Dynamiczny przydział pamięci na macierz (1)

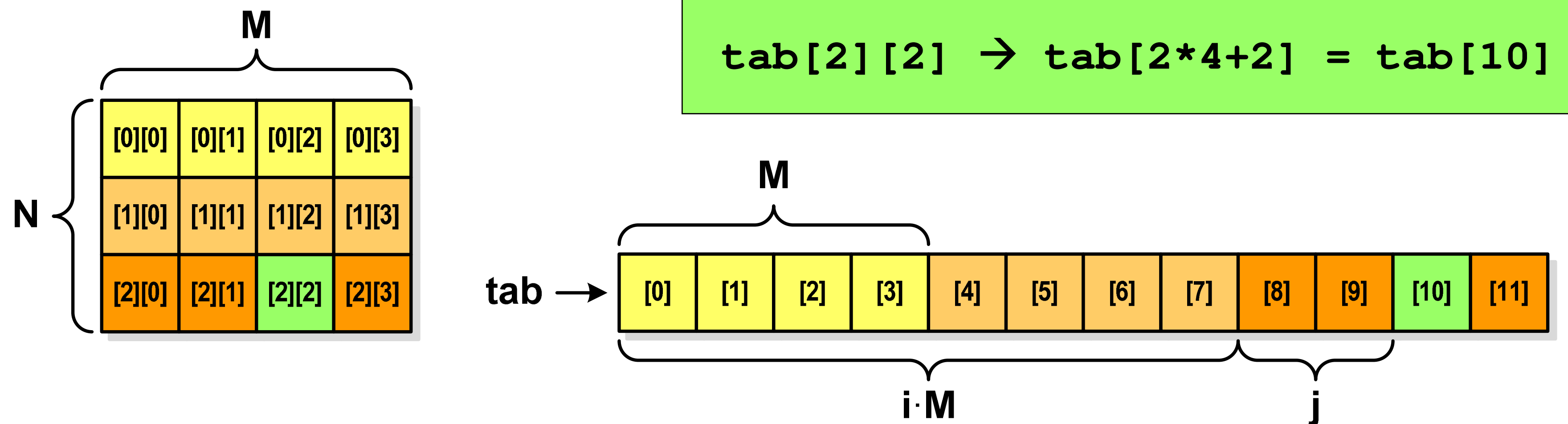
- Odwołanie do elementów macierzy:

```
tab[i*M+j]
```

lub

```
*(tab+i*M+j)
```

```
tab[2][2] → tab[2*4+2] = tab[10]
```



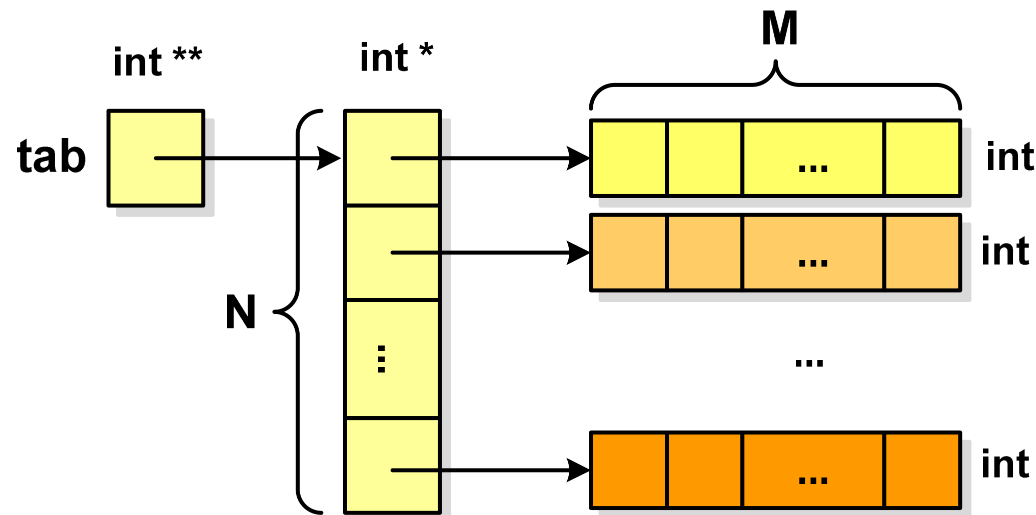
- Zwolnienie pamięci:

```
free(tab);
```

Dynamiczny przydział pamięci na macierz (2)

- N-elementowy wektor wskaźników + N-wektorów M-elementowych
- Przydział pamięci:

```
int **tab = (int **) calloc(N,sizeof(int *));
for (i=0; i<N; i++)
    tab[i] = (int *) calloc(M,sizeof(int));
```



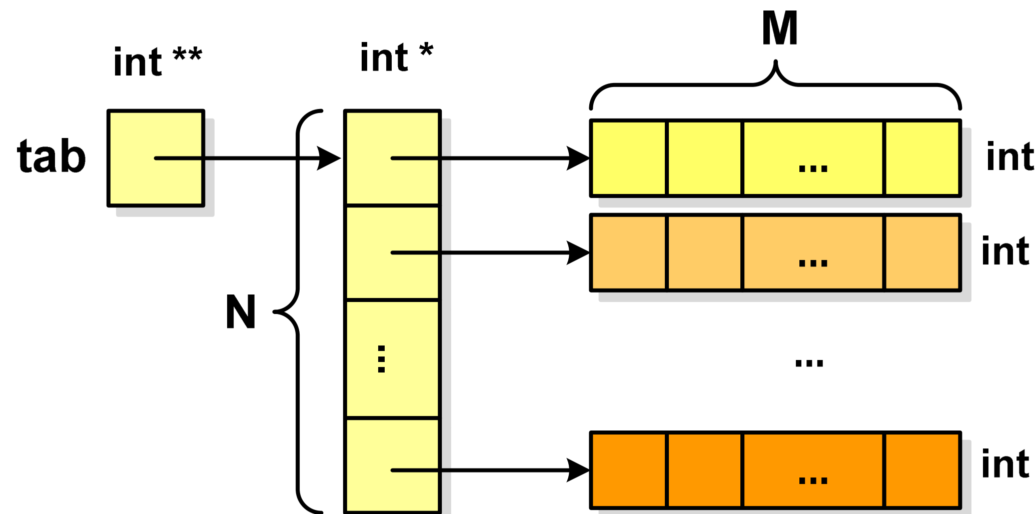
Dynamiczny przydział pamięci na macierz (2)

- Odwołania do elementów macierzy:

```
tab[i][j]
```

- Zwolnienie pamięci:

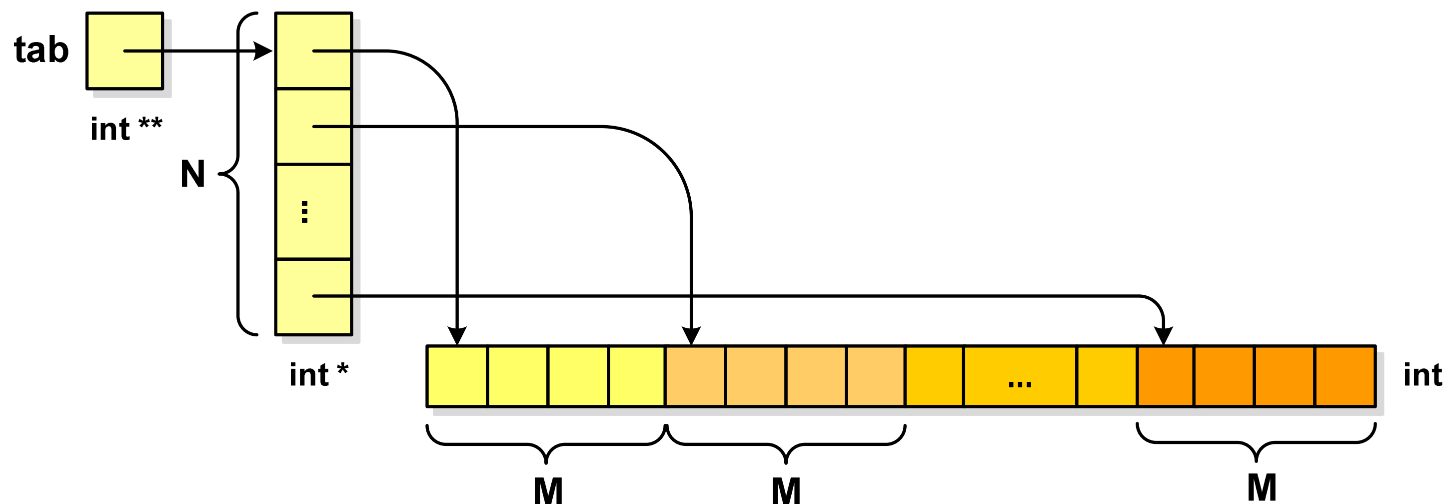
```
for (i=0; i<N; i++)
    free(tab[i]);
free(tab);
```



Dynamiczny przydział pamięci na macierz (3)

- N-elementowy wektor wskaźników + wektor N×M-elementowy
- Przydział pamięci:

```
int **tab = (int **) malloc(N*sizeof(int *));
tab[0] = (int *) malloc(N*M*sizeof(int));
for (i=1; i<N; i++)
    tab[i] = tab[0]+i*M;
```



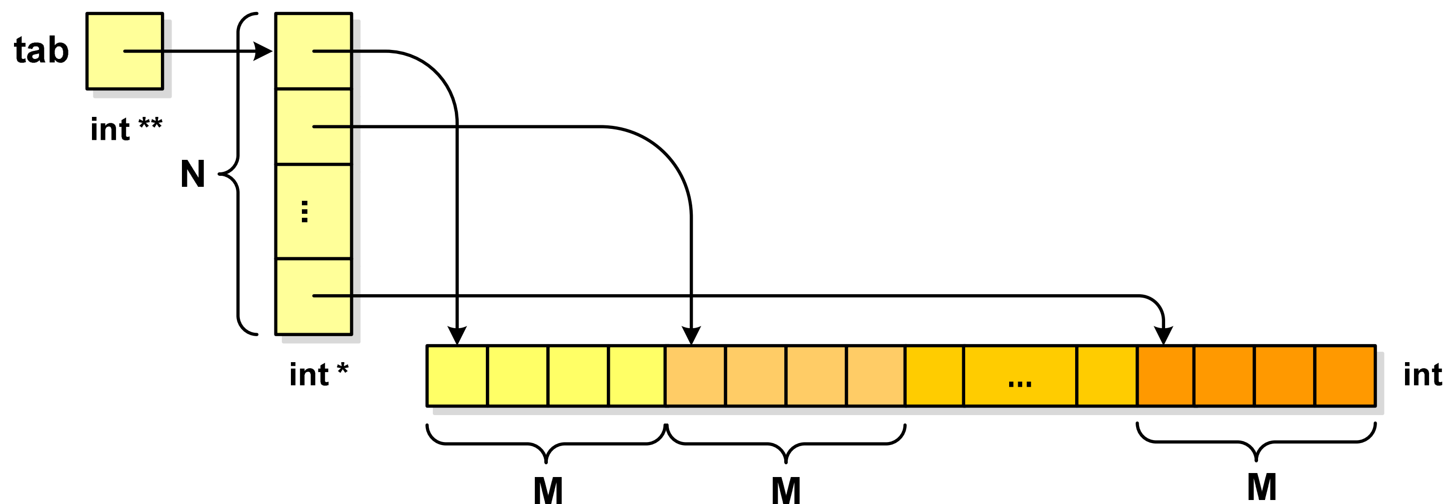
Dynamiczny przydział pamięci na macierz (3)

- Odwołania do elementów macierzy:

```
tab[i][j]
```

- Zwolnienie pamięci:

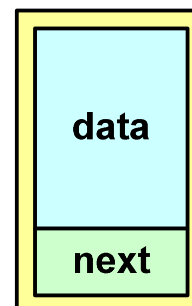
```
free(tab[0]);
free(tab);
```

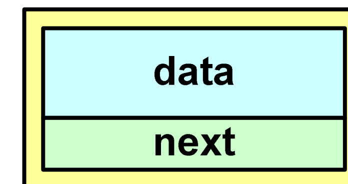


Dynamiczne struktury danych

- Dynamiczne struktury danych - struktury danych, którym pamięć jest przydzielana i zwalniana w trakcie wykonywania programu
  - stos, kolejka
  - lista (jednokierunkowa, dwukierunkowa, cykliczna)
  - drzewo
- Elementy w dynamicznych strukturach danych są strukturami składającymi się z „użytecznych” danych (data) oraz z jednego lub kilku wskaźników (next) zawierających adresy innych elementów

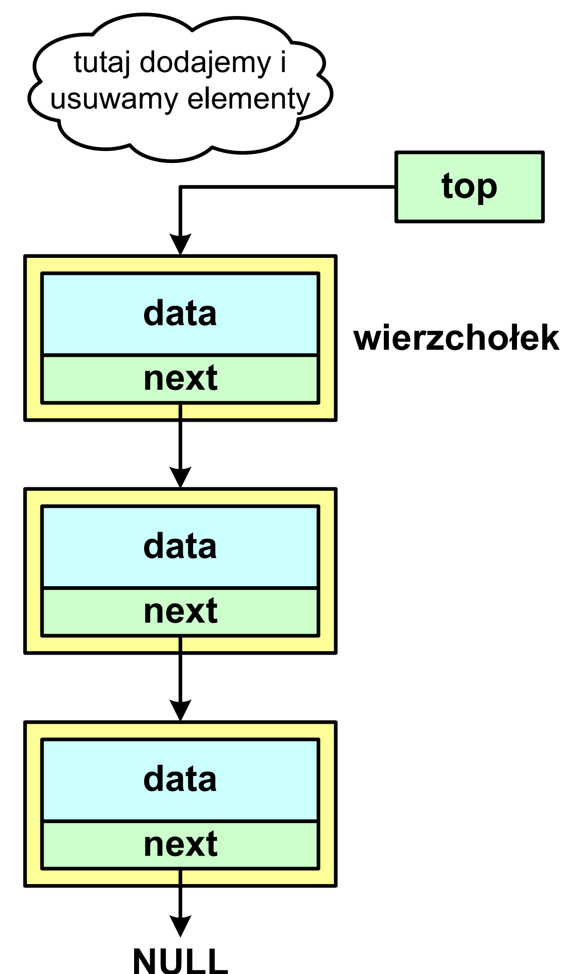
```
struct element
{
    typ data;
    struct element *next;
};
```





Stos

- stos (ang. stack) - struktur składająca się z elementów, z których każdy posiada tylko adres następnika
- dostęp do danych przechowywanych na stosie jest możliwy tylko w miejscu określanym mianem wierzchołka stosu (ang. top)
- wierzchołek stosu jest jedynym miejscem, do którego można dołączać lub z którego można usuwać elementy
- każdy składnik stosu posiada wyróżniony element (next) zawierający adres następnego elementu
- wskaźnik ostatniego elementu stosu wskazuje na adres pusty (NULL)
- podstawowe operacje na stosie to:
    - dodanie elementu do stosu - funkcja push()
    - zdjęcie elementu ze stosu - funkcja pop()



Notacja polska

- Notacja polska (zapis przedrostkowy, Notacja Łukasiewicza) jest to sposób zapisu wyrażeń arytmetycznych, podający najpierw operator, a następnie argumenty
- Wyrażenie arytmetyczne:

```
4 / (1 + 3)
```

ma w notacji polskiej postać:

```
/ 4 + 1 3
```

- Wyrażenie powyższe nie wymaga nawiasów, ponieważ przypisanie argumentów do operatorów wynika wprost z ich kolejności w zapisie
- Notacja ta była podstawą opracowania tzw. odwrotnej notacji polskiej

Odwrotna notacja polska

- Odwrotna Notacja Polska - ONP (ang. Reverse Polish Notation, RPN) jest sposobem zapisu wyrażeń arytmetycznych, w którym operator umieszczany jest po argumentach
- Wyrażenie arytmetyczne:

```
(1 + 3) / 2
```

ma w odwrotnej notacji polskiej postać:

```
1 3 + 2 /
```

- Odwrotna notacja polska została opracowana przez australijskiego naukowca Charlesa Hamblina

Odwrotna notacja polska

- Obliczenie wartości wyrażenia przy zastosowaniu ONP wymaga:
  - zamiany notacji konwencjonalnej (nawiasowej) na ONP (algorytm Dijkstry nazywany stacją rozrządową)
  - obliczenia wartości wyrażenia arytmetycznego zapisanego w ONP
- W obu powyższych algorytmach wykorzystywany jest stos
- Przykład:
  - wyrażenie arytmetyczne:

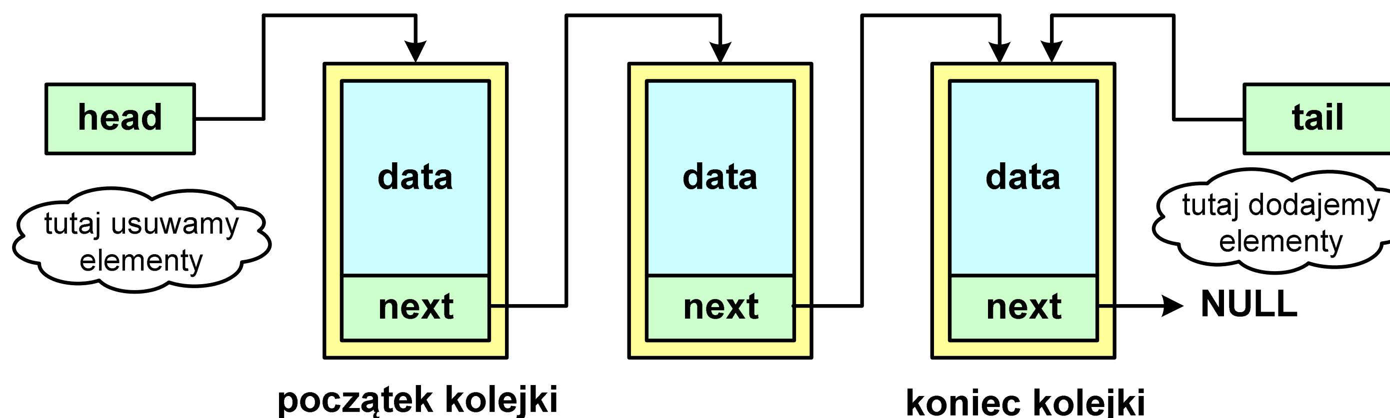
```
(2 + 1) * 3 – 4 * (7 + 4)
```

  - ma w odwrotnej notacji polskiej postać:

```
2 1 + 3 * 4 7 4 + * –
```

Kolejka

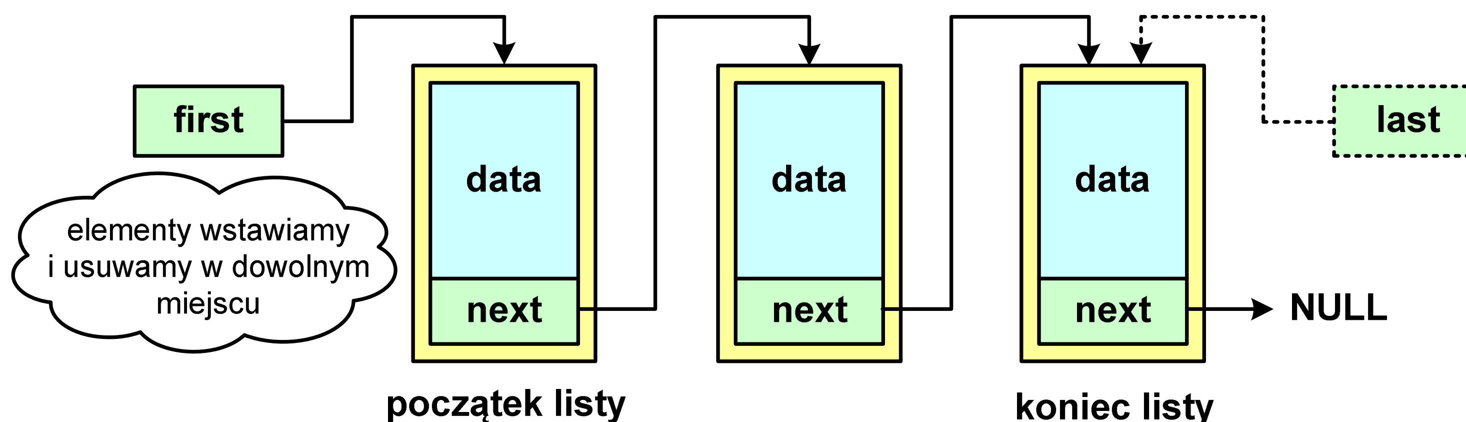
- Kolejka - składa się z liniowo uporządkowanych elementów
- Elementy dołączane są tylko na końcu kolejki (wskaźnik tail)
- Elementy usuwane są tylko z początku kolejki (wskaźnik head)



- Powiązanie między elementami kolejki jest takie samo, jak w stosie
- Kolejka nazywana jest stosem FIFO (ang. First In First Out)

Lista jednokierunkowa

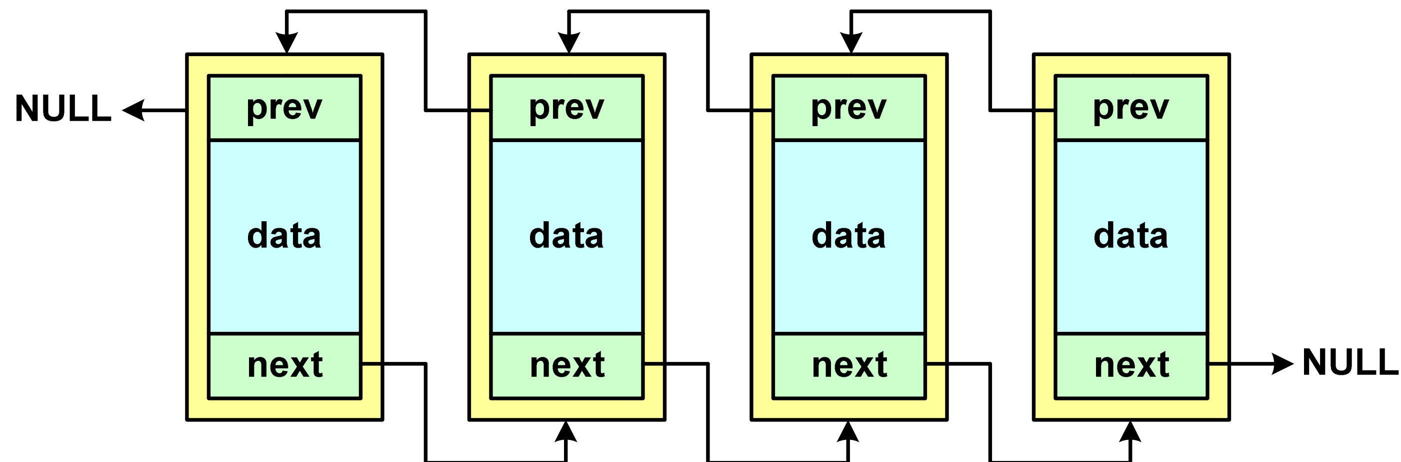
- Organizacja listy jednokierunkowej podobna jest do organizacji stosu i kolejki
- Dla każdego składnika (poza ostatnim) jest określony następny składnik (lub poprzedni - zależnie od implementacji)



- Zapamiętywany jest wskaźnik tylko na pierwszy element listy (first) lub wskaźniki na pierwszy (first) i ostatni element listy (last)
- Elementy listy można dołączać/usuwać w dowolnym miejscu listy

Lista dwukierunkowa

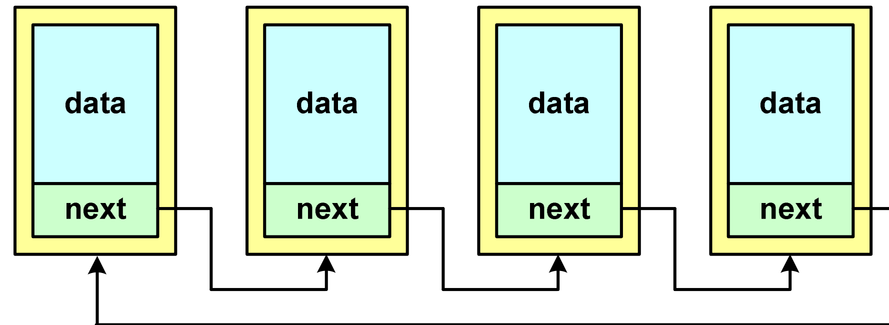
- Każdy węzeł posiada adres następnika, jak i poprzednika
- W strukturze tego typu wygodne jest przechodzenie pomiędzy elementami w obu kierunkach (od początku do końca i odwrotnie)



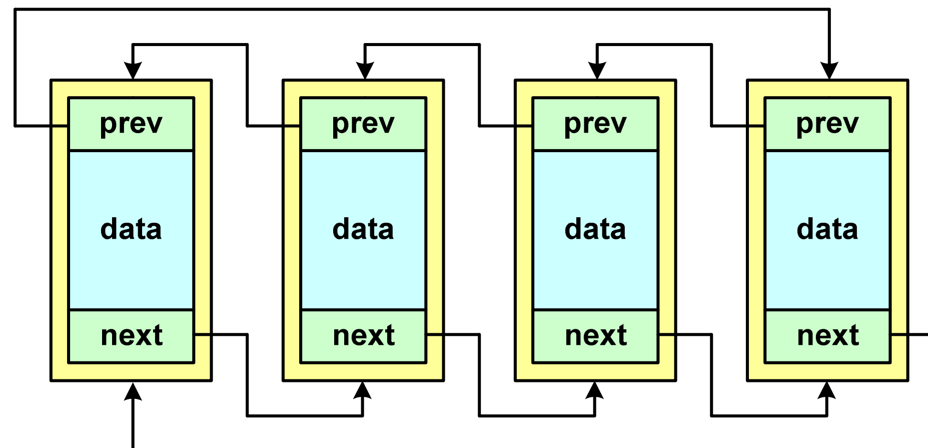
Lista cykliczna

- Powstaje z listy jednokierunkowej lub dwukierunkowej, poprzez połączenie ostatniego element z pierwszym

Jednokierunkowa:

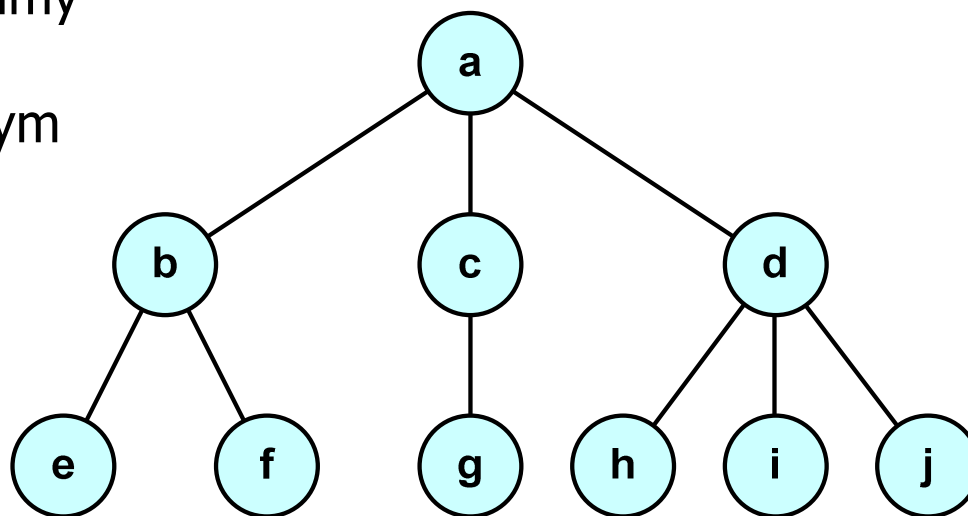


Dwukierunkowa:



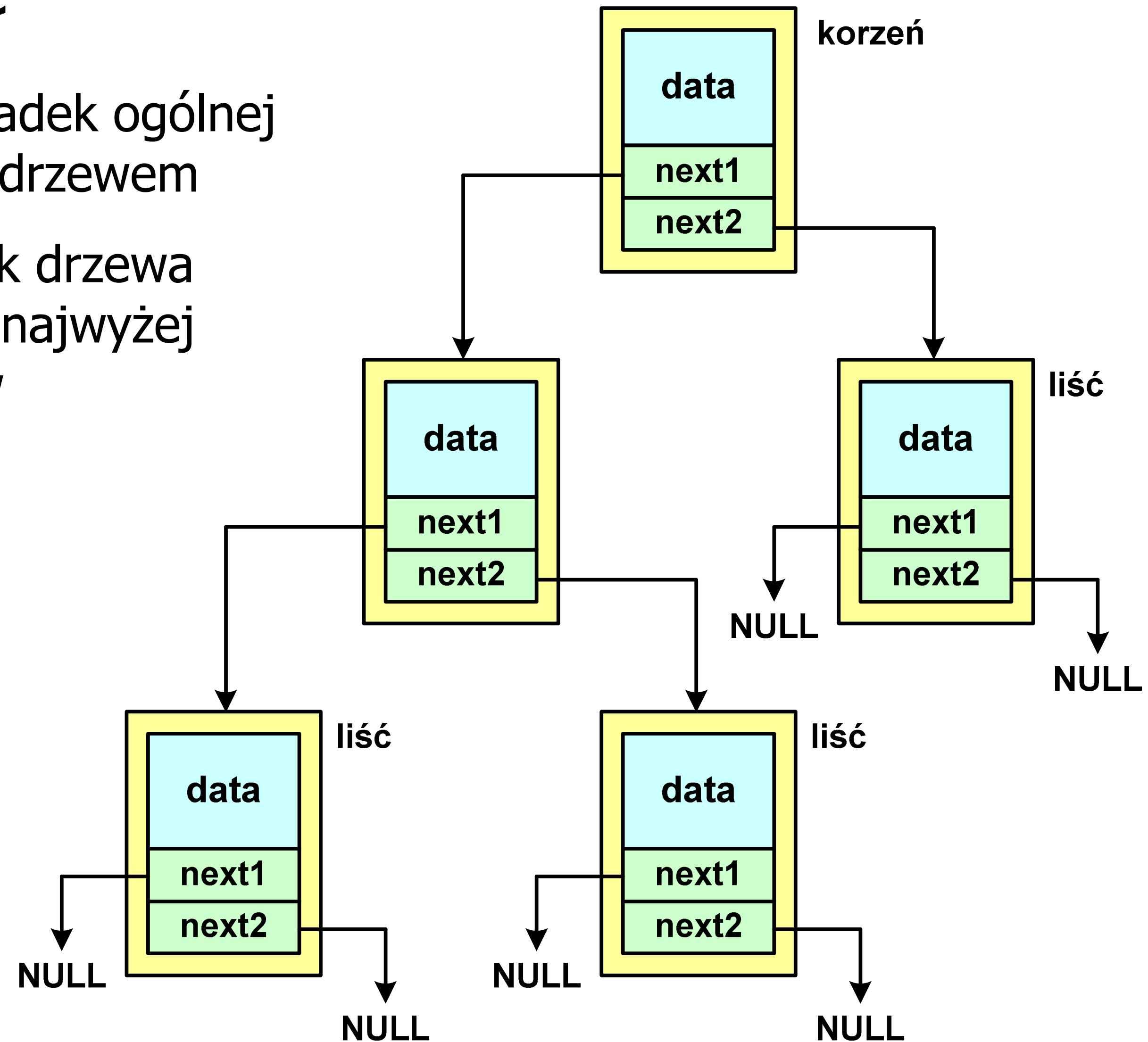
Drzewo

- Najbardziej ogólna dynamiczna struktura danych, może być reprezentowane graficznie na różne sposoby
- Na górze znajduje się korzeń drzewa (a)
- Skojarzone z korzeniem poddrzewa połączone są z nim liniami zwanymi gałęziami drzewa
- Potomkiem węzła w nazywamy każdy, różny od w, węzeł należący do drzewa, w którym w jest korzeniem
- Węzeł, który nie ma potomków, to liść drzewa



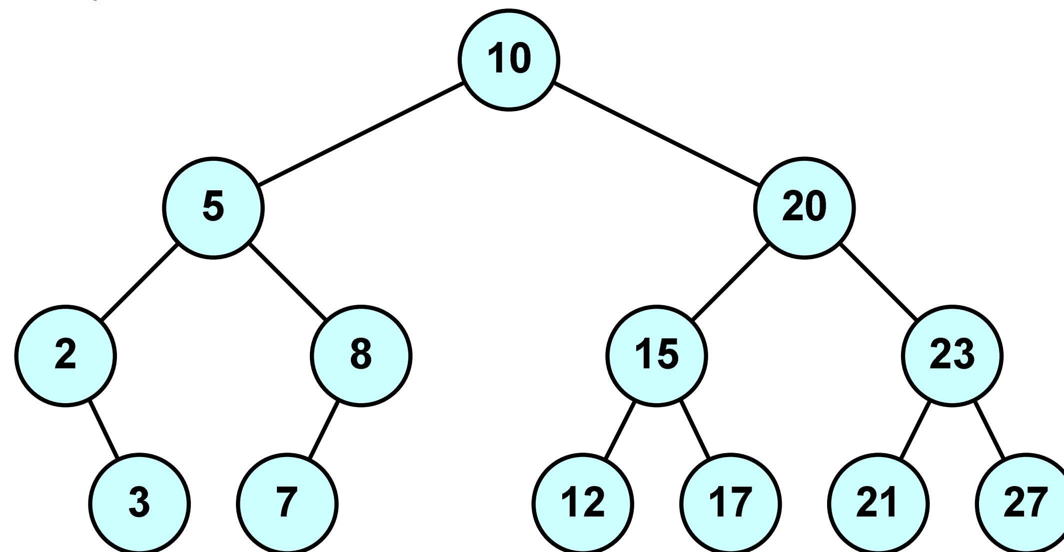
Drzewo binarne

- Szczególny przypadek ogólnej struktury zwanej drzewem
- Każdy wierzchołek drzewa binarnego ma co najwyżej dwóch potomków



Binarne drzewo wyszukiwawcze

- Drzewo binarne, w którym dla każdego węzła w_i:
  - wszystkie klucze w <u>lewym</u> poddrzewie węzła w_i są <u>mniejsze</u> od klucza w węźle w_i
  - wszystkie klucze w <u>prawym</u> poddrzewie węzła w_i są <u>większe</u> od klucza w węźle w_i



- Zaleta: szybkość wyszukiwania informacji

Koniec wykładu nr 4

Dziękuję za uwagę!