Informatyka 1 (EZ1F1002)

Politechnika Białostocka - Wydział Elektryczny

Elektrotechnika, semestr II, studia niestacjonarne I stopnia

Rok akademicki 2022/2023

Wykład nr 4 (06.11.2022)

dr inż. Jarosław Forenc

Plan wykładu nr 4

- Standard IEEE 754
  - operacje z wartościami specjalnymi
  - reprezentacja liczb zmiennoprzecinkowych w języku C
- Język C
  - pętla for, operatory ++ i –
  - pętle while i do…while
- Klasyfikacja systemów komputerowych (Flynna)

Standard IEEE 754 - wartości specjalne

- Standard IEEE 754 definiuje dokładnie wyniki operacji, w których występują specjalne argumenty

Operacja	Wynik
x / ±∞	0
±∞ · ±∞	±∞
±wart_niezer / 0	±∞
∞ + ∞	∞
±0 / ±0	NaN
∞ - ∞	NaN
±∞ / ±∞	NaN
±∞ · 0	NaN

Język C - operacje z wartościami specjalnymi

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

int main(void)
{
  float x = 0.0;
  printf("1.0/0.0     = %f\n",1.0/x);
  printf("-1.0/0.0    = %f\n",-1.0/x);
  printf("0.0/0.0     = %f\n",0.0/x);
  printf("sqrt(-1.0)  = %f\n",sqrt(-1.0));
  printf("1.0/INF     = %f\n",1.0/(1.0/x));
  printf("0*INF       = %f\n",0.0*(1.0/x));

  return 0;
}
```

```
1.0/0.0     =  1.#INF00
-1.0/0.0    = -1.#INF00
0.0/0.0     = -1.#IND00
sqrt(-1.0)  = -1.#IND00
1.0/INF     =  0.000000
0*INF       = -1.#IND00
```

Operacja	Wynik
x / ±∞	0
±∞ · ±∞	±∞
±wart_niezer / 0	±∞
∞ + ∞	∞
±0 / ±0	NaN
∞ - ∞	NaN
±∞ / ±∞	NaN
±∞ · 0	NaN

- Środowisko: Microsoft Visual C++ 2008 Express Edition

Język C - operacje z wartościami specjalnymi

```c
#include <stdio.h>
#include <math.h>

int main(void)
{
  printf("1.0/0.0     = %f\n",1.0/0.0);
  printf("-1.0/0.0    = %f\n",-1.0/0.0);
  printf("0.0/0.0     = %f\n",0.0/0.0);
  printf("sqrt(-1.0)  = %f\n",sqrt(-1.0));
  printf("1.0/INF     = %f\n",1.0/(1.0/0.0));
  printf("0*INF       = %f\n",0.0*(1.0/0.0));

  return 0;
}
```

```
1.0/0.0     =  1.#INF00
-1.0/0.0    = -1.#INF00
0.0/0.0     = -1.#IND00
sqrt(-1.0)  = -1.#IND00
1.0/INF     =  0.000000
0*INF       = -1.#IND00
```

- Środowisko: Code::Blocks 20.03

Operacja	Wynik
x / ±∞	0
±∞ · ±∞	±∞
±wart_niezer / 0	±∞
∞ + ∞	∞
±0 / ±0	NaN
∞ - ∞	NaN
±∞ / ±∞	NaN
±∞ · 0	NaN

Reprezentacja liczb zmiennoprzecinkowych w C

- Typy zmiennoprzecinkowe w języku C:

Nazwa typu	Rozmiar (bajty)	Zakres wartości	Cyfry znaczące
float	4 bajty	$-3{,}4\cdot10^{38}$ … $3{,}4\cdot10^{38}$	7-8
double	8 bajtów	$-1{,}8\cdot10^{308}$ … $1{,}8\cdot10^{308}$	15-16
long double	10 bajtów	$-1{,}2\cdot10^{4932}$ … $1{,}2\cdot10^{4932}$	19-20

- Typ long double może mieć także inny rozmiar:

Środowisko	Rozmiar (bajty)
MS Visual C++ 2008 EE	8 bajtów
Borland Turbo C++ Explorer	10 bajtów
Code:Blocks 20.03	16 bajtów (*)
Dev-C++ 5.11	16 bajtów (*)

Reprezentacja liczb zmiennoprzecinkowych w C

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    float       sf  = 0.0f;
    double      sd  = 0.0;
    long double slg = 0.0L;

    for (int i=0; i<10000; i++)
    {
        sf  = sf  + 0.01f;
        sd  = sd  + 0.01;
        slg = slg + 0.01L;
    }

    printf("float:       %.20f\n",sf);
    printf("double:      %.20f\n",sd);
    printf("long double: %.20Lf\n",slg);

    return 0;
}
```

Reprezentacja liczb zmiennoprzecinkowych w C

- Microsoft Visual C++ 2008 Express Edition (long double - 8 bajtów)

```
float:       100.00295257568359000000
double:      100.00000000001425000000
long double: 100.00000000001425000000
```

- Borland Turbo C++ Explorer (long double - 10 bajtów)

```
float:       100.00295257568359375000
double:      100.00000000001425349000
long double: 100.00000000000001388000
```

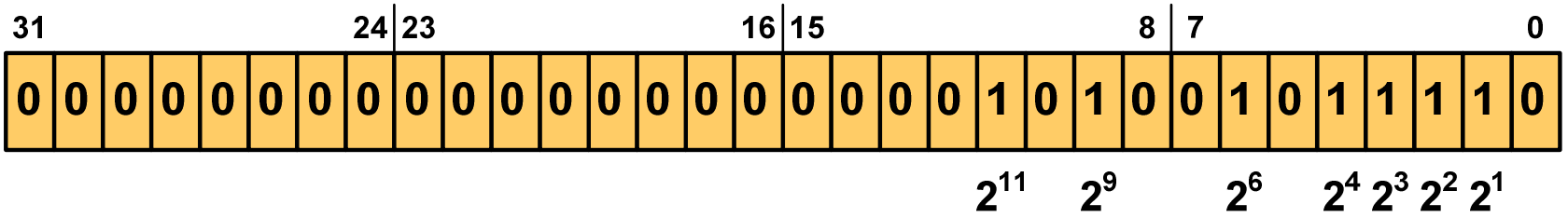
- Code::Blocks 20.03 (long double - 16 bajtów)

```
float:       100.00295257568359000000
double:      100.00000000001425000000
long double: 0.00000000000000000000
```

```
warning: unknown conversion
type character 'L' in format
[-Wformat=]
```

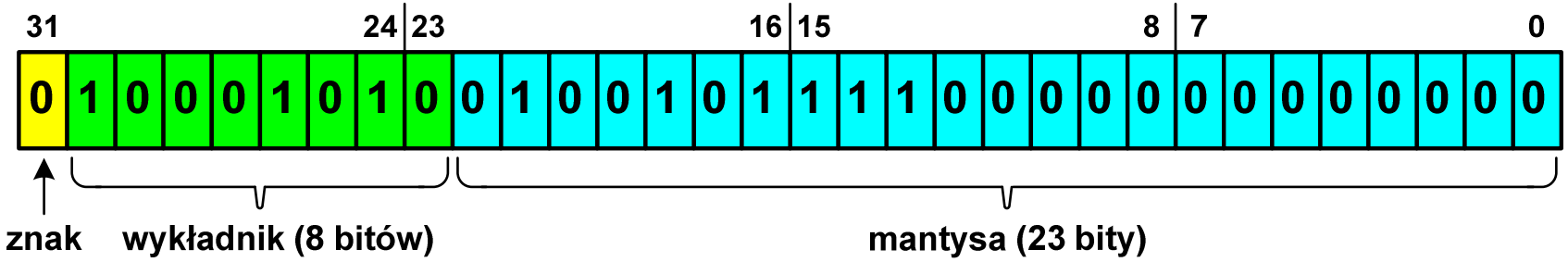
Liczba $2654_{(10)}$ jako całkowita i rzeczywista w C

- int (4 bajty): $2654_{(10)} = 00\ 00\ 0A\ 5E_{(16)}$



$$2^{11} + 2^9 + 2^6 + 2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^1 = 2048 + 512 + 64 + 16 + 8 + 4 + 2 = 2654_{(10)}$$

- float (4 bajty): $2654_{(10)} = 45\ 25\ E0\ 00_{(IEEE\ 754)}$



$+ \quad 138 - 127 = 11_{(10)}$ $\qquad 1\ .0100101111_{(2)} = 1.2958984_{(10)}$

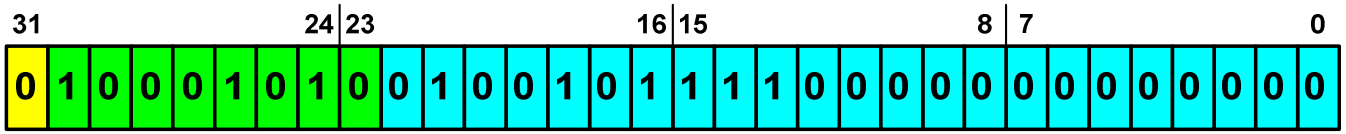
$$1.2958984 \cdot 2^{11} = 2654_{(10)}$$

Język C - nieprawidłowy specyfikator formatu

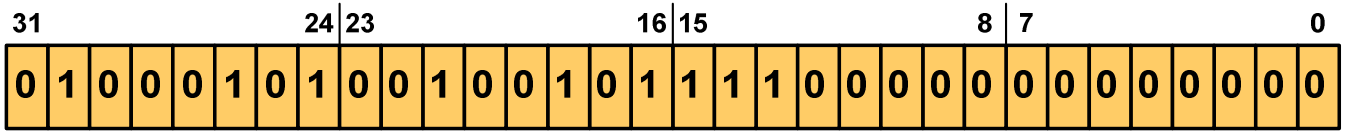
```
int x;
printf("x (%%f) = "); scanf("%f",&x);
printf("x (%%d) = %d\n",x);
printf("x (%%f) = %f\n",x);
printf("x (%%e) = %e\n",x);
```

```
x (%f) = 2654
x (%d) = 1160110080
x (%f) = 0.000000
x (%e) = 5.731705e-315
```

- Zgodnie ze standardem języka C wynik jest niezdefiniowany
- Zapamiętana wartość:



- Wyświetlona wartość przy wykorzystaniu %d:



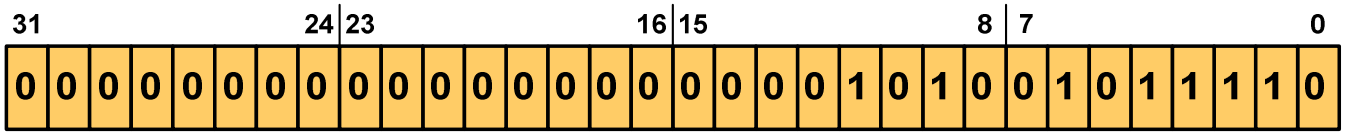
$$2^{30} + 2^{26} + 2^{24} + 2^{21} + 2^{18} + 2^{16} + 2^{15} + 2^{14} + 2^{13} = 1.160.110.080_{(10)}$$

Język C - nieprawidłowy specyfikator formatu

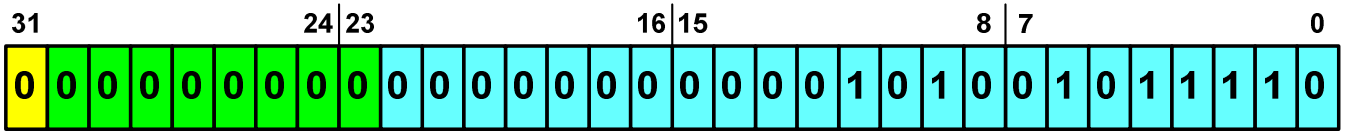
```
float x;
printf("x (%%d) = "); scanf("%d",&x);
printf("x (%%d) = %d\n",x);
printf("x (%%f) = %f\n",x);
printf("x (%%e) = %e\n",x);
```

```
x (%d) = 2654
x (%d) = 0
x (%f) = 0.000000
x (%e) = 3.719046e-042
```

- Zgodnie ze standardem języka C wynik jest niezdefiniowany
- Zapamiętana wartość:



- Wyświetlona wartość przy wykorzystaniu %e:



Liczba zdenormalizowana: 3,719046E-42

Przykład: suma kolejnych 10 liczb: 1+2+...+10

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    int suma;

    suma = 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9 + 10;

    printf("Suma wynosi: %d\n",suma);

    return 0;
}
```

```
Suma wynosi: 55
```

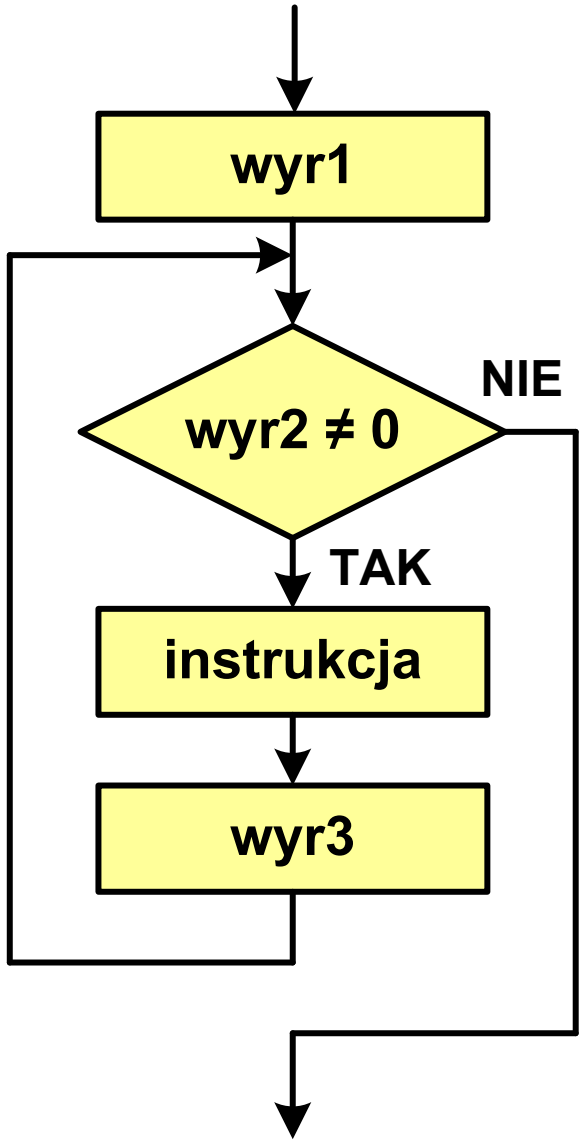
Przykład: suma kolejnych 100 liczb: 1+2+...+100

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    int suma=0, i;

    for (i=1; i<=100; i=i+1)
        suma = suma + i;

    printf("Suma wynosi: %d\n",suma);

    return 0;
}
```

```
Suma wynosi: 5050
```

Język C - pętla for

```
for (wyr1; wyr2; wyr3)
    instrukcja;
```



- wyr1, wyr2, wyr3 - dowolne wyrażenia w języku C
- Instrukcja:
  - prosta - jedna instrukcja zakończona średnikiem
  - złożona - jedna lub kilka instrukcji objętych nawiasami klamrowymi

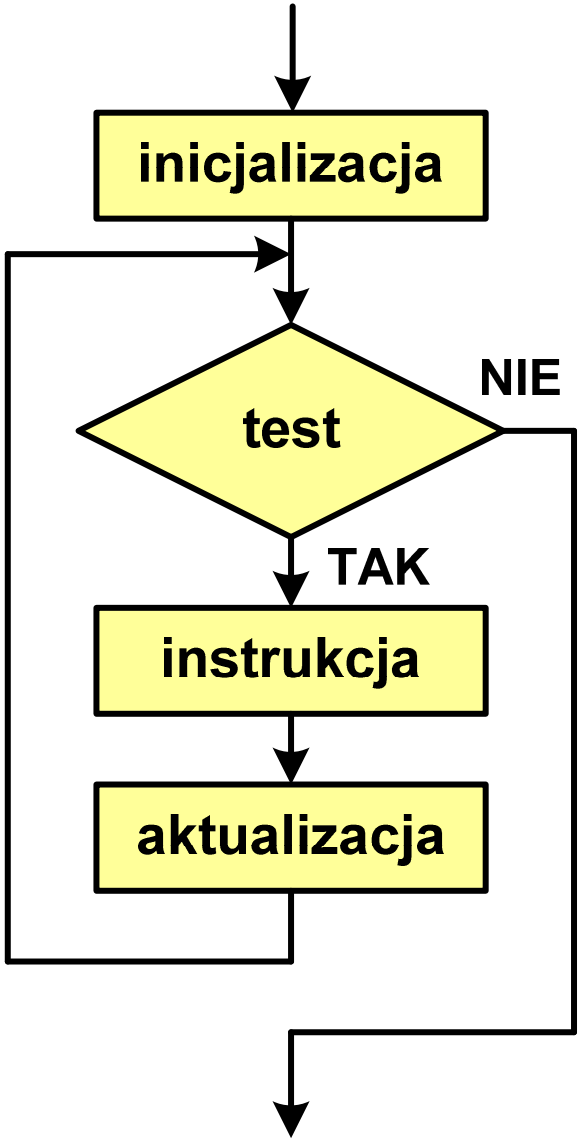
Język C - pętla for

- Najczęściej stosowana postać pętli for

```
int i;
for (i = 0; i < 10; i = i + 1)
    instrukcja;
```

- Instrukcja zostanie wykonana 10 razy (dla i = 0, 1, 2, … 9)
- Funkcje pełnione przez wyrażenia

```
for (inicjalizacja;test;aktualizacja)
    instrukcja;
```



Przykład: wyświetlenie tekstu 5 razy

```
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    int i;

    for (i=0; i<5; i=i+1)
        printf("Programowanie nie jest trudne\n");

    return 0;
}
```

```
Programowanie nie jest trudne
Programowanie nie jest trudne
Programowanie nie jest trudne
Programowanie nie jest trudne
Programowanie nie jest trudne
```

Przykład - suma liczb: 1 + 2 + ... + N

```
Suma 1234 liczb to 761995
```

```c
#include <stdio.h>
#define N 1234

int main(void)
{
    int i, suma=0;

    for (i=1; i<=N; i++)
        suma = suma + i;

    printf("Suma %d liczb to %d\n", N, suma);

    return 0;
}
```

Język C - pętla for (przykłady)

```
for (i=0; i<10; i++)
    printf("%d ",i);
```

```
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
```

```
for (i=0; i<10; i++)
    printf("%d ",i+1);
```

```
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
```

```
for (i=1; i<=10; i++)
    printf("%d ",i);
```

```
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
```

Język C - pętla for (przykłady)

```
for (i=1; i<10; i=i+2)
    printf("%d ",i);
```

```
1 3 5 7 9
```

```
for (i=10; i>0; i--)
    printf("%d ",i);
```

```
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
```

```
for (i=-9; i<=9; i=i+3)
    printf("%d ",i);
```

```
-9 -6 -3 0 3 6 9
```

Język C - pętla for (break, continue)

- W pętli for można stosować instrukcje skoku: break i continue

```
int i;

for (i=1; i<10; i++)
{
    if (i%2==0)
        continue;
    if (i%7==0)
        break;
    printf("%d\n",i);
}
```

```
1 3 5
```

- continue przerywa bieżącą iterację i przechodzi do obliczania wyr3
- break przerywa wykonywanie pętli

Język C - pętla for (najczęstsze błędy)

- Postawienie średnika na końcu pętli for

```
int i;
for (i=0; i<10; i++);
printf("%d ",i);
```

```
10
```

- Przecinki zamiast średników pomiędzy wyrażeniami

```
int i;
for (i=0, i<10, i++)
    printf("%d ",i);
```

Błąd kompilacji!

Język C - pętla for (najczęstsze błędy)

- Błędny warunek - brak wykonania instrukcji

```
int i;
for (i=0; i>10; i++)
    printf("%d ",i);
```

- Błędny warunek - pętla nieskończona

```
int i;
for (i=1; i>0; i++)
    printf("%d ",i);
```

```
1 2 3 4 5 6 7 8 9 ...
```

Język C - pętla nieskończona

```
for (wyr1; wyr2; wyr3)
    instrukcja;
```

- Wszystkie wyrażenia (wyr1, wyr2, wyr3) w pętli for są opcjonalne

```
for ( ; ; )
    instrukcja;
```

- pętla nieskończona

- W przypadku braku wyr2 przyjmuje się, że jest ono prawdziwe

Język C - zagnieżdżanie pętli for

- Jako instrukcja w pętli for może występować kolejna pętla for

```
int i, j;
for (i=1; i<=3; i++)          // pętla zewnętrzna
    for (j=1; j<=2; j++)      // pętla wewnętrzna
        printf("i: %d   j: %d\n",i,j);
```

```
i: 1   j: 1
i: 1   j: 2
i: 2   j: 1
i: 2   j: 2
i: 3   j: 1
i: 3   j: 2
```

Język C - operator inkrementacji (++)

- Jednoargumentowy operator ++ zwiększa wartość zmiennej o 1 (nie wolno stosować go do wyrażeń)
- Operator ++ może występować jako przedrostek lub przyrostek

Zapis	Nazwa	Znaczenie
`++x`	preinkrementacji	wartość zmiennej jest modyfikowana przed jej użyciem
`x++`	postinkrementacji	wartość zmiennej jest modyfikowana po użyciu jej poprzedniej wartości

Język C - operator inkrementacji (++)

- Przykład

```
int x = 1, y;
y = 2 * ++x;
```

```
int x = 1, y;
y = 2 * x++;
```

- Kolejność operacji

```
++x                 x = 2
2 * ++x             2 * 2
y = 2 * ++x         y = 4
```

```
2 * x               2 * 1
y = 2 * x           y = 2
x++                 x = 2
```

- Wartości zmiennych

```
x = 2     y = 4
```

```
x = 2     y = 2
```

Język C - operator inkrementacji (++)

- Miejsce umieszczenia operatora ++ nie ma znaczenia w przypadku instrukcji typu:

```
x++;
++x;
```

równoważne

```
x = x + 1;
```

- Nie należy stosować operatora ++ do zmiennych pojawiających się w wyrażeniu więcej niż jeden raz

```
x = x++;
x = ++x;
```

- Zgodnie ze standardem języka C wynik powyższych instrukcji jest niezdefiniowany

Język C - operator dekrementacji (--)

- Jednoargumentowy operator -- zmniejsza wartość zmiennej o 1 (nie wolno stosować go do wyrażeń)
- Operator -- może występować jako przedrostek lub przyrostek

Zapis	Nazwa	Znaczenie
`--x`	predekrementacji	wartość zmiennej jest modyfikowana przed jej użyciem
`x--`	postdekrementacji	wartość zmiennej jest modyfikowana po użyciu jej poprzedniej wartości

Język C - priorytet operatorów ++ i --

Priorytet	Operator / opis
1	`++` `--` (przyrostki) `()` `[]` `.` `->`
2	`++` `--` (przedrostki) `sizeof` `(typ)` `+` `-` `!` `~` `*` `&` (jednoargumentowe)
3	`*` `/` `%`
4	`+` `-` (dwuargumentowe)
5	`<<` `>>`
6	`<` `>` `<=` `>=`
7	`==` `!=`
8	`&` (bitowy)
9	`^`

Przykład: pierwiastek kwadratowy

```c
#include <stdio.h>
#include <math.h>

int main(void)
{
    float x, y;

    printf("Podaj liczbe: ");
    scanf("%f",&x);

    if (x>=0)
    {
        y = sqrt(x);
        printf("Pierwiastek liczby: %f\n",y);
    }
    else
        printf("Blad! Liczba ujemna\n");

    return 0;
}
```

```
Podaj liczbe: -3
Blad! Liczba ujemna
```

```
Podaj liczbe: 3
Pierwiastek liczby: 1.732051
```

Przykład: pierwiastek kwadratowy (pętla while)

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

int main(void)
{
    float x, y;

    printf("Podaj liczbe: ");
    scanf("%f",&x);
    while (x<0)
    {
        printf("Blad! Liczba ujemna\n\n");
        printf("Podaj liczbe: ");
        scanf("%f",&x);
    }
    y = sqrt(x);
    printf("Pierwiastek liczby: %f\n",y);

    return 0;
}
```

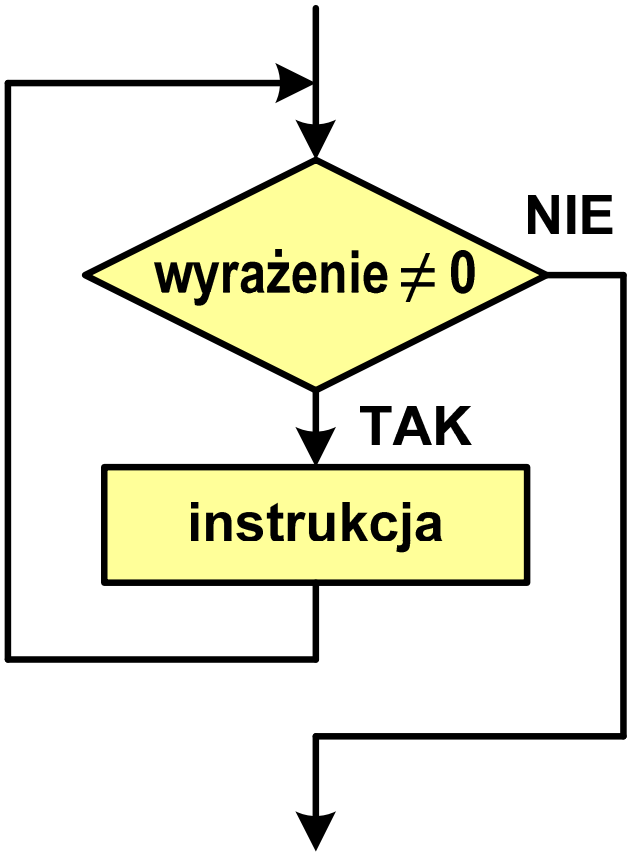
```
Podaj liczbe: -3
Blad! Liczba ujemna

Podaj liczbe: -5
Blad! Liczba ujemna

Podaj liczbe: 3
Pierwiastek liczby: 1.732051
```

Język C - pętla while

```
while (wyrażenie)
    instrukcja;
```

- „dopóki wyrażenie w nawiasach jest prawdziwe wykonuj instrukcję”

- Wyrażenie w nawiasach:
  - prawdziwe - gdy jego wartość jest różna od zera
  - fałszywe - gdy jego wartość jest równa zero
- Jako wyrażenie najczęściej stosowane jest wyrażenie logiczne



Język C - pętla while

```
while (wyrażenie)
    instrukcja;
```

- Instrukcja:
  - prosta - jedna instrukcja zakończona średnikiem
  - złożona - jedna lub kilka instrukcji objętych nawiasami klamrowymi

```
int x = 10;
while (x>0)
    x = x - 1;
```

```
int x = 10;
while (x>0)
{
    printf("%d\n",x);
    x = x - 1;
}
```

Przykład: suma liczb dodatnich

```c
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    int x, suma = 0;

    printf("Podaj liczbe: ");
    scanf("%d",&x);

    while(x>0)
    {
        suma = suma + x;
        printf("Podaj liczbe: ");
        scanf("%d",&x);
    }
    printf("Suma liczb: %d\n",suma);

    return 0;
}
```

```
Podaj liczbe: 4
Podaj liczbe: 8
Podaj liczbe: 2
Podaj liczbe: 3
Podaj liczbe: 5
Podaj liczbe: -2
Suma liczb: 22
```

Język C - pętla while

- Program pokazany na poprzednim slajdzie zawiera typowy schemat przetwarzania danych z wykorzystaniem pętli while

```
printf("Podaj liczbe: ");
scanf("%d",&x);

while(x>0)
{
    suma = suma + x;

    printf("Podaj liczbe: ");
    scanf("%d",&x);
}
```

wczytanie danych

operacje na danych

wczytanie danych

- Dane mogą być wczytywane z klawiatury, pliku, itp.

Język C - pętla while (break, continue)

- break i continue są to instrukcje skoku

```
int x=0;

while (x<10)
{
    x++;
    if (x%2==0)
        continue;
    if (x%5==0)
        break;
    printf("%d\n",x);
}
```

- continue przerywa bieżącą iterację
- break przerywa wykonywanie pętli

Język C - pętla while (najczęstsze błędy)

- Postawienie średnika po wyrażeniu w nawiasach powoduje powstanie pętli nieskończonej - program zatrzymuje się na pętli

```
int x = 10;
while (x>0);
    printf("%d ",x--);
```

- Brak aktualizacji zmiennej powoduje także powstanie pętli nieskończonej - program wyświetla wielokrotnie tę samą wartość

```
int x = 10;
while (x>0)
    printf("%d ",x);
```

```
10 10 10 10 10 ...
```

Język C - pętla while (pętla nieskończona)

- W pewnych sytuacjach celowo stosuje się pętlę nieskończoną (np. w mikrokontrolerach)

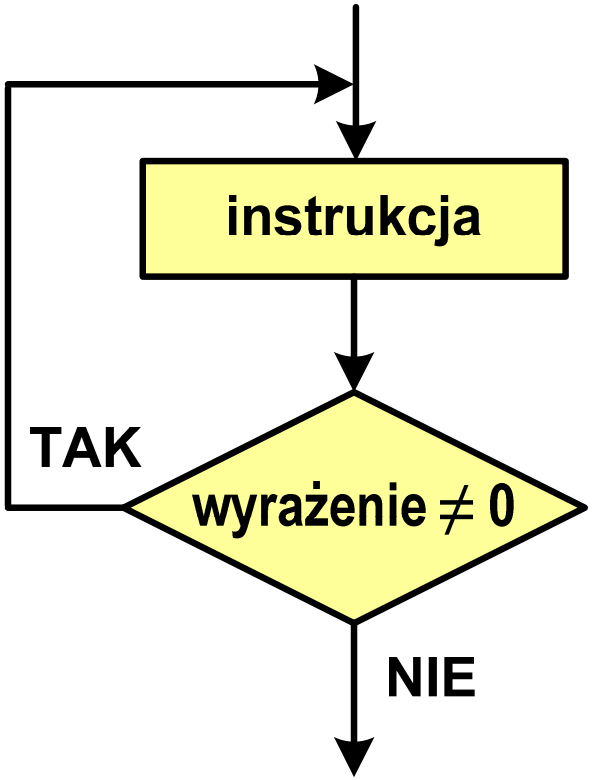
```
while (1)
{
    instrukcja;
    instrukcja;
    ...
}
```

- W układach mikroprocesorowych program działa aż do wyłączenia zasilania

Język C - pętla do ... while

```
do
    instrukcja;
while (wyrażenie);
```

- „wykonuj instrukcję dopóki wyrażenie w nawiasach jest prawdziwe”



- Wyrażenie w nawiasach:
  - prawdziwe - gdy jego wartość jest różna od zera
  - fałszywe - gdy jego wartość jest równa zero

Język C - pętla do ... while

```
do
    instrukcja;
while (wyrażenie);
```

- Instrukcja:
  - prosta - jedna instrukcja zakończona średnikiem
  - złożona - jedna lub kilka instrukcji objętych nawiasami klamrowymi

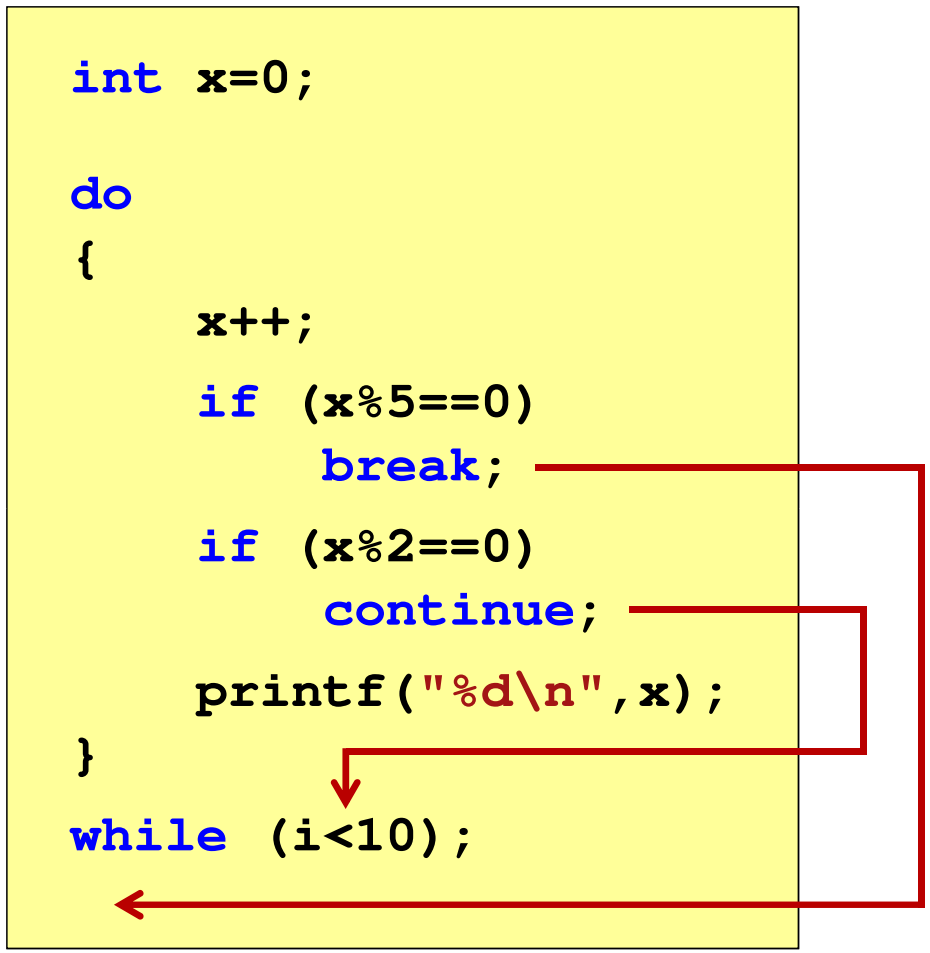
```
int x = 10;
do
    x = x - 1;
while (x>0);
```

```
int x = 10;
do
{
    printf("%d\n",x);
    x = x - 1;
}
while (x>0);
```

Język C - pętla do ... while (break, continue)

- break i continue są to instrukcje skoku

```
int x=0;

do
{
    x++;
    if (x%5==0)
        break;
    if (x%2==0)
        continue;
    printf("%d\n",x);
}
while (i<10);
```



- break przerywa wykonywanie pętli
- continue przerywa bieżącą iterację

Przykład: suma liczb < 100

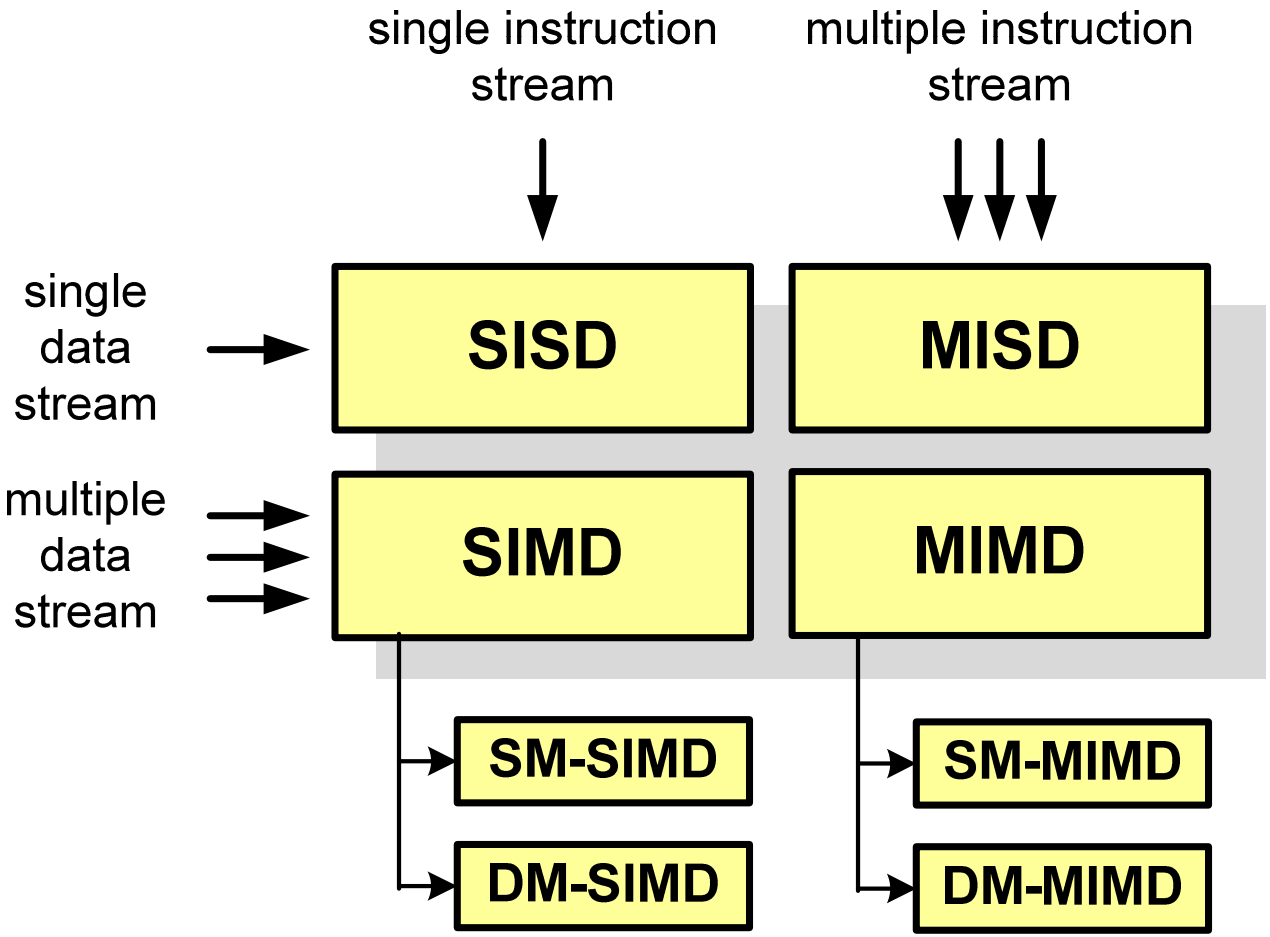
```c
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    int x, suma = 0;

    do
    {
        printf("Podaj liczbe: ");
        scanf("%d",&x);
        suma = suma + x;
    }
    while(suma<100);

    printf("Suma liczb: %d\n",suma);

    return 0;
}
```

```
Podaj liczbe: 34
Podaj liczbe: 9
Podaj liczbe: 26
Podaj liczbe: -8
Podaj liczbe: 67
Suma liczb: 128
```

Klasyfikacja systemów komputerowych

- Taksonomia Flynna - pierwsza, najbardziej ogólna klasyfikacja architektur komputerowych (1972):
  - Flynn M.J.: „Some Computer Organizations and Their Effectiveness”, IEEE Transactions on Computers, Vol. C-21, No 9, 1972.
- Opiera się na liczbie przetwarzanych strumieni rozkazów i strumieni danych:
  - strumień rozkazów (Instruction Stream) - odpowiednik licznika rozkazów; system złożony z n procesorów posiada n liczników rozkazów, a więc n strumieni rozkazów
  - strumień danych (Data Stream) - zbiór operandów, np. system rejestrujący temperaturę mierzoną przez n czujników posiada n strumieni danych

Taksonomia Flynna



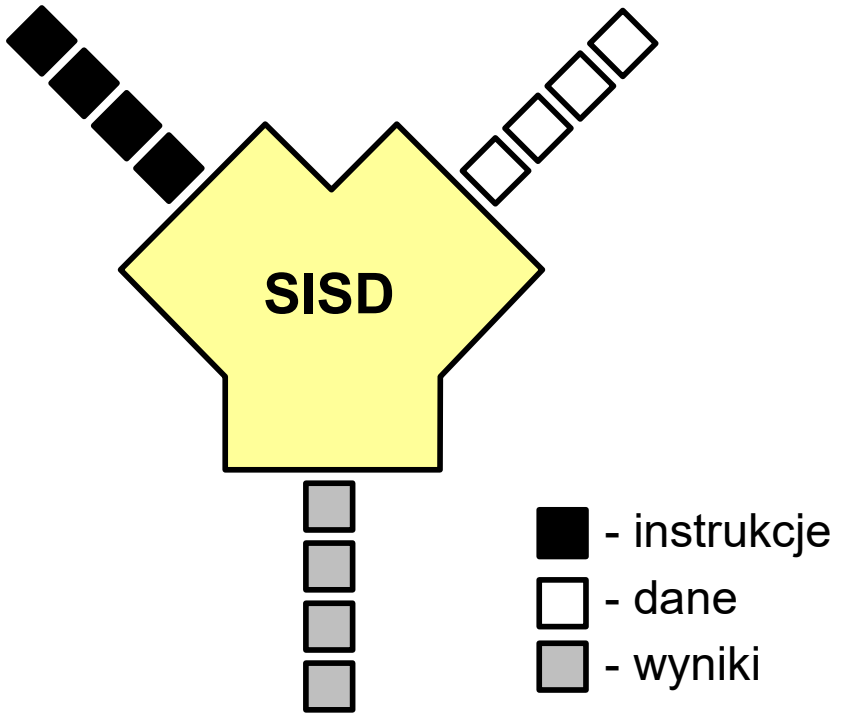
SI - Single instruction
MI - Multiple Instruction

SD - Single Data
MD - Multiple Data

SM - Shared Memory
DM - Distributed Memory

SISD (Single Instruction, Single Data)

- Jeden wykonywany program przetwarza jeden strumień danych
- Klasyczne komputery zbudowane według architektury von Neumanna
- Zawierają:
  - jeden procesor
  - jeden blok pamięci operacyjnej zawierający wykonywany program.



SISD (Single Instruction, Single Data)

Komputer IBM PC/AT

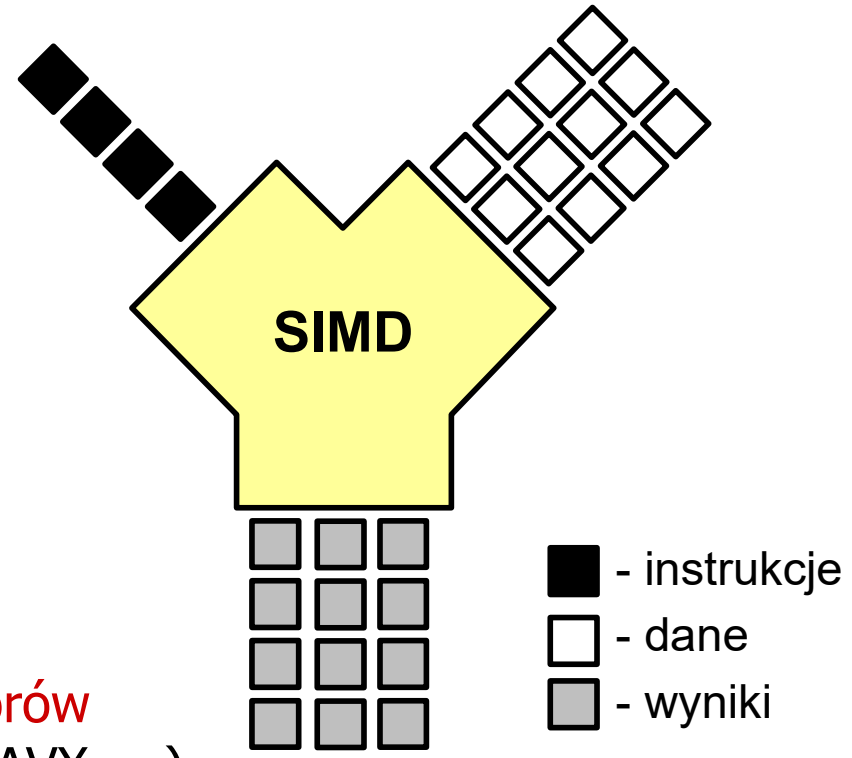
Komputer PC

Komputer PC

Laptop

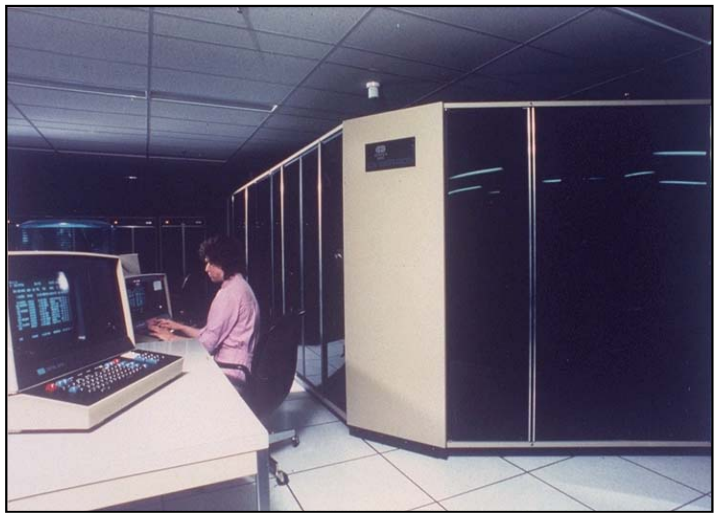
SIMD (Single Instruction, Multiple Data)

- Jeden wykonywany program przetwarza wiele strumieni danych
- Te same operacje wykonywane są na różnych danych
- Podział:
  - SM-SIMD (Shared Memory SIMD):
    - komputery wektorowe
    - rozszerzenia strumieniowe procesorów (MMX, 3DNow!, SSE, SSE2, SSE3, AVX, ...)
  - DM-SIMD (Distributed Memory SIMD):
    - tablice procesorów
    - procesory kart graficznych (GPGPU)



SM-SIMD - Komputery wektorowe

CDC Cyber 205 (1981)



Cray-1 (1976)

Cray-2 (1985)

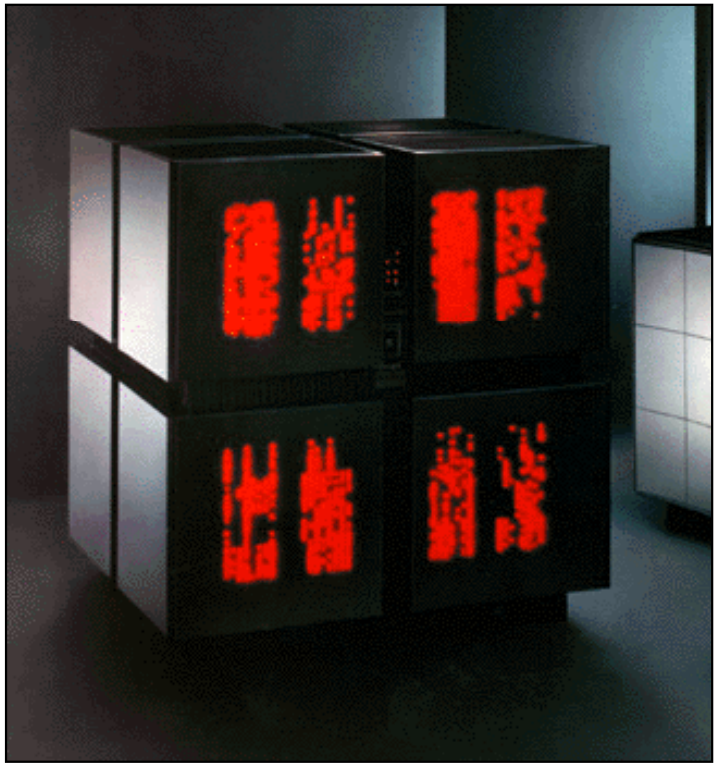
Hitachi S3600 (1994)

DM-SIMD - Tablice procesorów

Illiac IV
(1976)

Illiac IV
(1976)

MasPar
MP-1/MP-2
(1990)



Thinking
Machines
CM-2
(1987)

DM-SIMD - Procesory graficzne (GPU)

GeForce
GTX Titan X

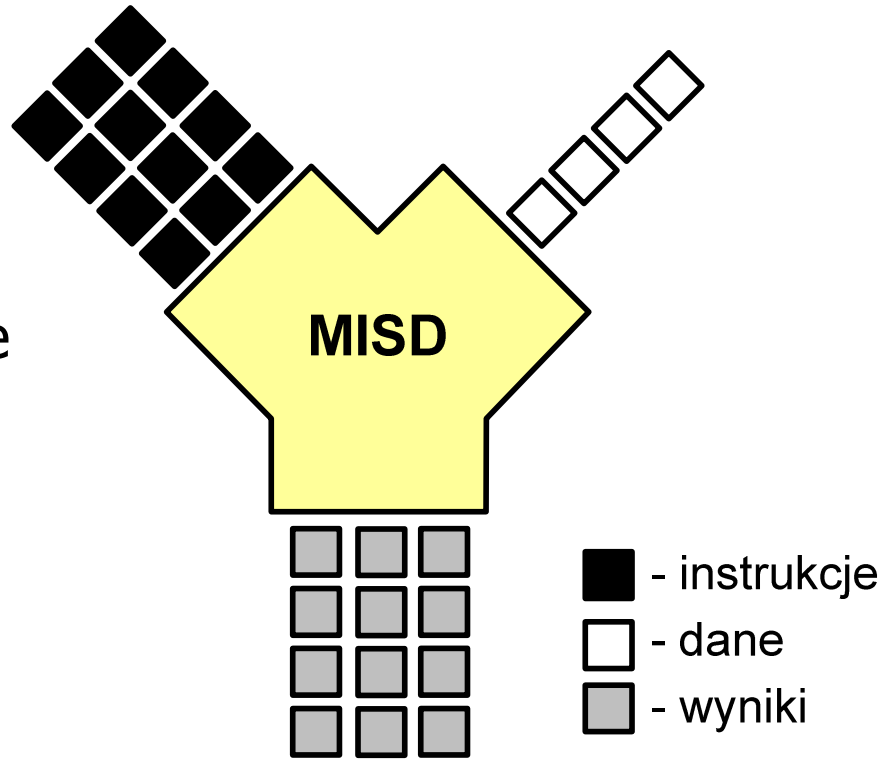
Tesla
V100

DGX-1
Volta

Tesla
D870

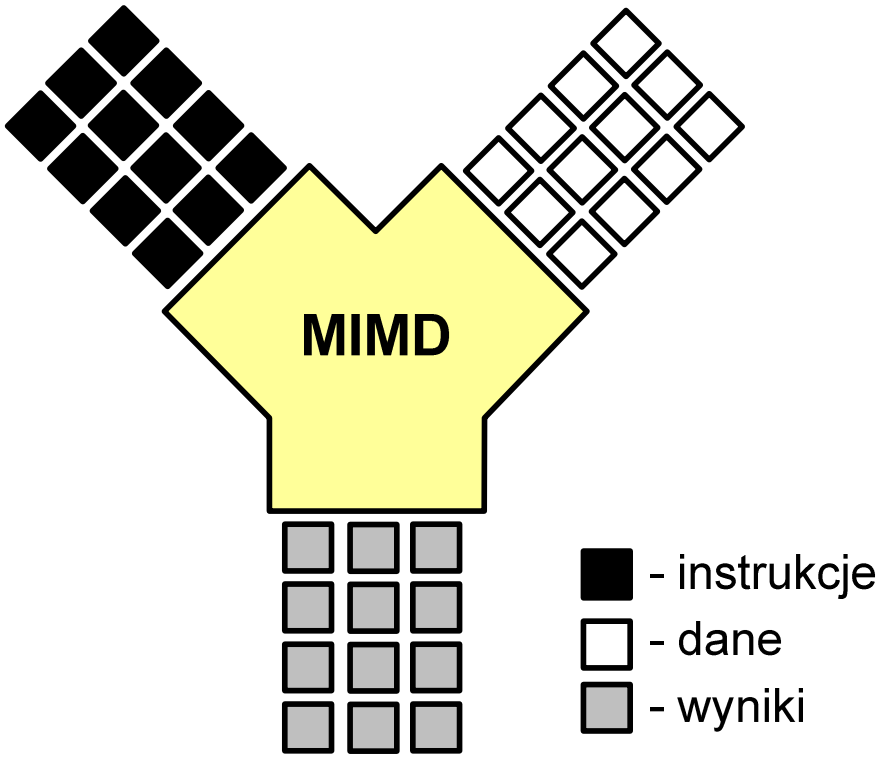
MISD (Multiple Instruction, Single Data)

- Wiele równolegle wykonywanych programów przetwarza jednocześnie jeden wspólny strumień danych
- Systemy tego typu nie są spotykane



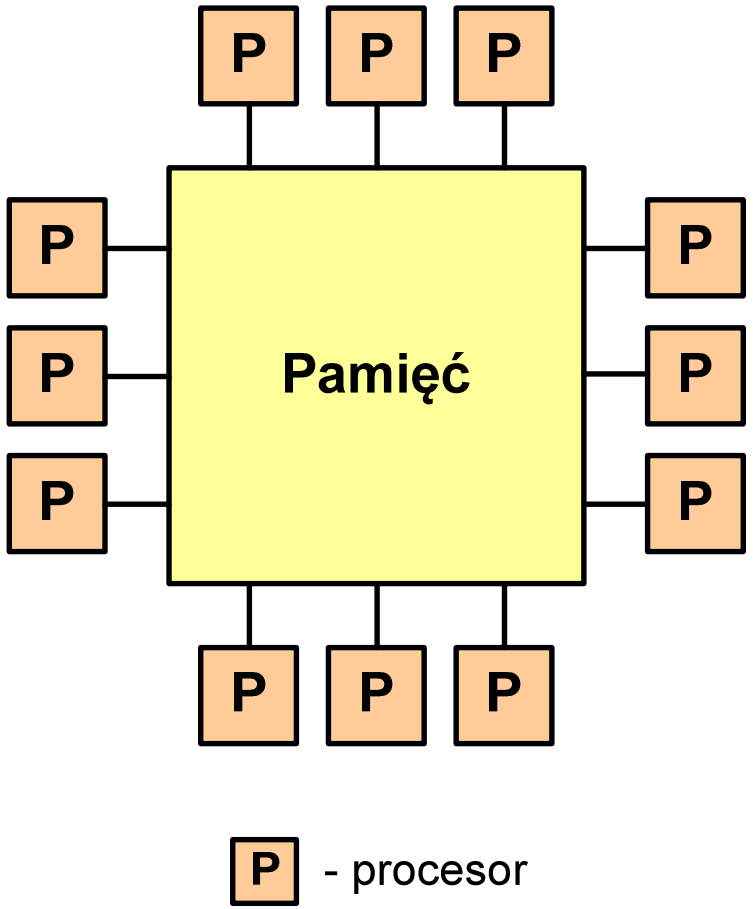
MIMD (Multiple Instruction, Multiple Data)

- Równolegle wykonywanych jest wiele programów, z których każdy przetwarza własne strumienie danych
- Podział:
  - SM-MIMD (Shared Memory):
    - wieloprocesory
  - DM-MIMD (Distributed Memory):
    - wielokomputery
    - klastry
    - gridy



SM-MIMD - Wieloprocesory

- Systemy z niezbyt dużą liczbą działających niezależnie procesorów
- Każdy procesor ma dostęp do wspólnej przestrzeni adresowej pamięci
- Komunikacja procesorów poprzez uzgodniony obszar wspólnej pamięci
- Do SM-MIMD należą komputery z procesorami wielordzeniowymi



SM-MIMD - Wieloprocesory

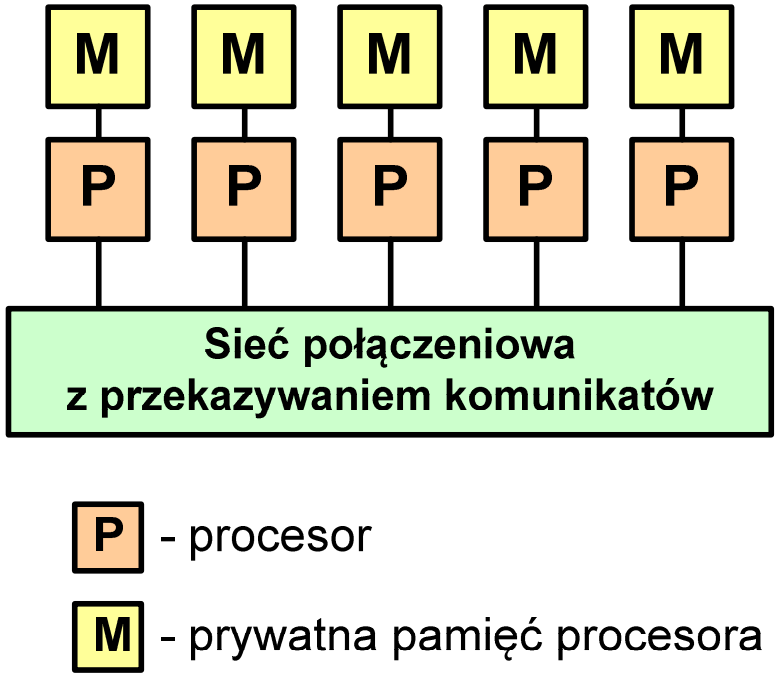
Cray YM-P
(1988)

Cray
CS6400
(1993)

Cray J90
(1994)

DM-MIMD - Wielokomputery

- Każdy procesor wyposażony jest we własną pamięć operacyjną, niedostępną dla innych procesorów
- Komunikacja między procesorami odbywa się za pomocą sieci poprzez przesyłanie komunikatów
- Biblioteki komunikacyjne:
  - MPI (Message Passing Interface)
  - PVM (Parallel Virtual Machine)



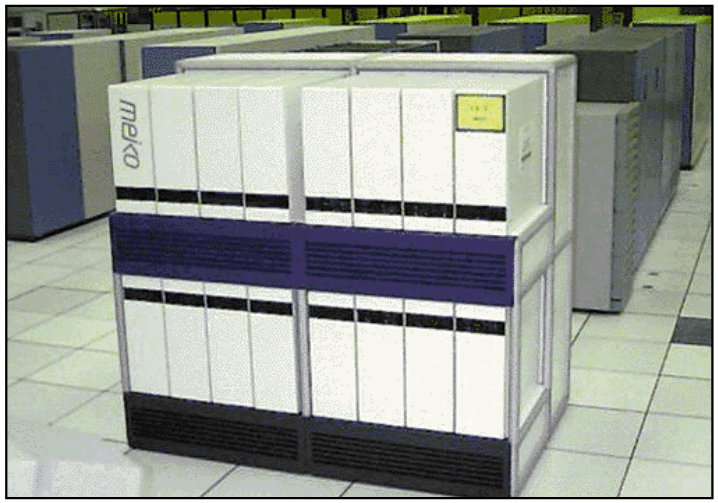
DM-MIMD - Wielokomputery

Cray T3E (1995)

Thinking Machines CM-5 (1991)

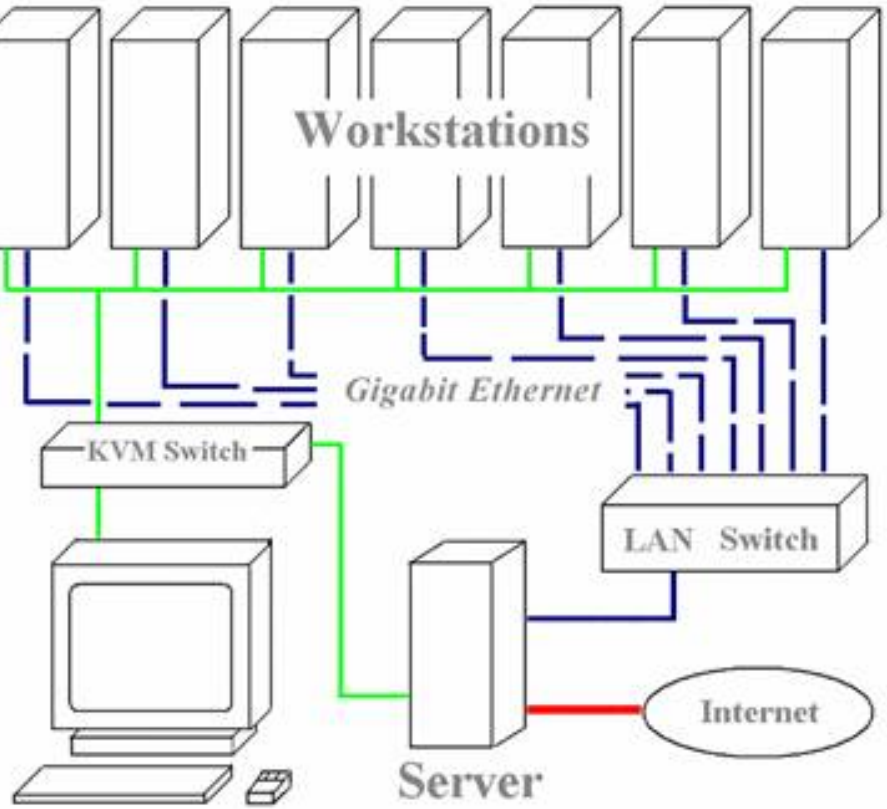
nCube 2s (1993)

Meiko CS-2 (1993)



DM-MIMD - Klastry

- Klaster (cluster):
  - równoległy lub rozproszonego system składający się z komputerów
  - komputery połączone są siecią
  - używany jest jako pojedynczy, zintegrowany zespół obliczeniowy
- Węzeł (node) - pojedynczy komputer przyłączony do klastra i wykonujący zadania obliczeniowe



źródło:
http://leda.elfak.ni.ac.rs/projects/SeeGrid/see_grid.htm

KVM - Keyboard, Video, Mouse

DM-MIMD - Klastry

- Klastry Beowulf budowane były ze zwykłych komputerów PC

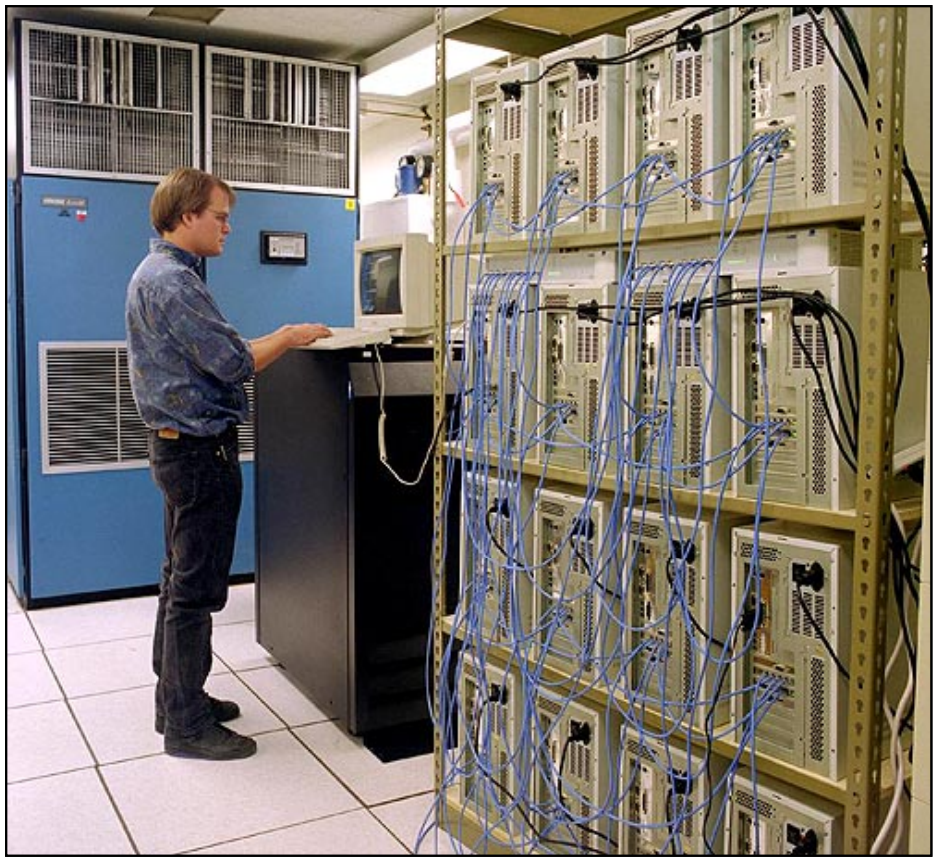
Odin II Beowulf Cluster Layout, University of Chicago, USA

DM-MIMD - Klastry

- Klastry Beowulf budowane były ze zwykłych komputerów PC

NASA 128-processor Beowulf cluster: A cluster built from 64 ordinary PC's

DM-MIMD - Klastry



Early Aspen Systems Beowulf Cluster With RAID

DM-MIMD - Klastry

- Obecnie klastry też są bardzo popularnym typem systemów

SuperMUC-NG, Leibniz Rechenzentrum, Germany

Koniec wykładu nr 4

Dziękuję za uwagę!