

POLITECHNIKA CZĘSTOCHOWSKA  
KATEDRA INTELIGENTNYCH SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH



PROGRAMOWANIE NISKOPOZIOMOWE

LABORATORIUM 6

PODSTAWY OBSŁUGI KOPROCESORA  
ARYTMETYCZNEGO

dr inż. Bartosz Kowalczyk

*Częstochowa, 22 maja 2021*

# 1 Asembler koprocatora x87

Koprocator arytmetyczny x87 stanowi jednostkę obliczeniową dla liczb zmiennoprzecinkowych. Podczas pracy w trybie 32-bitowym posiada on 8 rejestrów ogólnego przeznaczenia oznaczonych jako `st(0)` — `st(7)`. Rejestry koprocatora są zorganizowane w stos. Oznacza to, że załadowanie nowej wartości do koprocatora, w pierwszej kolejności trafia na wierzchołek stosu (`st(0)`, skrótowo oznaczany również jako `st`).

## 2 Przydatne instrukcje

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| • <code>fld</code>   | • <code>fsubp</code> |
| • <code>fild</code>  | • <code>fmul</code>  |
| • <code>fld1</code>  | • <code>fmulp</code> |
| • <code>fldz</code>  | • <code>fdiv</code>  |
| • <code>fldpi</code> | • <code>fdivp</code> |
| • <code>fst</code>   | • <code>fsin</code>  |
| • <code>fstp</code>  | • <code>fcos</code>  |
| • <code>fadd</code>  | • <code>fsqrt</code> |
| • <code>faddp</code> | • <code>fabs</code>  |
| • <code>fsub</code>  | • <code>fyl2x</code> |

### 2.1 Wartość wielomianu dla liczb typu double

$$y = ax^3 + bx^2 + cx + d$$

```

1      fld d           ; d
2      fld x           ; x , d
3      fld st          ; x , x , d
4      fmul st, st(1)  ; xx , x , d
5      fld st          ; xx , xx , x , d
6      fmul st, st(2)  ; xxx , xx , x , d
7      fmul a          ; axxx , xx , x , d
8      faddp st(3), st ; xx , x , axxx + d
9      fmul b          ; bxx , x , axxx + d
10     faddp st(2), st ; x , axxx + bxx + d
11     fmul c          ; cx , axxx + bxx + d
12     fadd            ; axxx + bxx + cx + d
13     fstp yAsm       ; <empty>

```

## 2.2 Wartość logarytmu dla liczb typu double

$$y = \log_2(1 + ax)^2$$

```

1      fld1                ; 1
2      fld a               ; a                , 1
3      fmul x              ; ax                , 1
4      fadd st, st(1)      ; 1+ax            , 1
5      fld st              ; 1+ax            , 1+ax, 1
6      fmul                ; (1+ax)^2        , 1
7      fyl2x               ; 1*log_2(1+ax)^2
8      fstp yAsm           ; <empty>

```

## 2.3 Iloczyn skalarny dla liczb typu double

$$y = \sum_i^n a_i b_i$$

```

1      mov esi, dword ptr[a]
2      mov edi, dword ptr[b]
3      mov ecx, n
4      fldz                ; sum = 0
5  _loop:
6      fld qword ptr[esi + 8 * ecx - 8] ; a[i]          , sum
7      fmul qword ptr[edi + 8 * ecx - 8] ; a[i]b[i], sum
8      fadd                ; sum
9      dec ecx
10     jnz _loop
11     fstp yAsm           ; <empty>

```

## 3 Zadania do samodzielnego wykonania

1. Dla zmiennych  $a$ ,  $b$  i  $c$  typu double oblicz wartość wyrażenia:

$$y = b^2 - 4ac$$

2. Dla zmiennych  $a$ ,  $b$  i  $c$  typu double oblicz wartość wyrażenia:

$$y = \frac{c(a+b)}{2}$$

3. Dla zmiennych  $a$ ,  $b$  i  $c$  typu double oblicz wartość wyrażenia:

$$y = 4(a+b)^3 - 2(a+c)^2$$

4. Dla zmiennych  $a$  i  $b$  typu double oblicz wartość wyrażenia:

$$y = \left(1 + a^{-2} + \sqrt{|b|^{-3}}\right)^2$$

5. Dla zmiennych  $a$  i  $b$  typu double oblicz wartość wyrażenia:

$$y = 4\sin^3\left(\frac{a\pi}{180}\right) - 2\cos\left(\frac{b\pi}{180}\right)^2$$

6. Dla zmiennych  $a$  i  $b$  typu double oblicz wartość wyrażenia:

$$y = \log_2\left(1 + \frac{a}{b+1}\right)^2 + \log_2\left(1 + \frac{b}{a+1}\right)^2$$

7. Dla wektora  $\mathbf{x} \in \mathbb{R}^n$  oblicz wartość wyrażenia:

$$y = \sum_i^n x_i^2$$

8. Dla wektora  $\mathbf{x} \in \mathbb{R}^n$  oblicz wartość wyrażenia:

$$y_i = 5x_i^3 - x_i$$