FPU - základy, aritmetika

ISU cv 11

http://www.fit.vutbr.cz/~isakin/isu

Desetinná čísla

Desetinná čísla

Base 10

… 100 10 1 1/10 1/100 …

1/3 + 1/3 + 1/3 = 0.99999999999 *??*

Base 2

… 8 4 2 1 1/2 1/4 1/8 …

1/10 + 2/10 ≠ 3/10 *??*

Floating point number

Celá čísla

- ukládána v doplňkovém kódu

Desetinná čísla

- ukládána s plovoucí řádovou čárkou (standard IEEE 754)
- Tři části (pro float):
  - znaménko 1b S 0 / 1 ⇒ kladné / záporné
  - exponent 8b E mocnina čísla, základní hodnota 127
  - mantisa 23b M desetinná část čísla

$$X = -1^{S} * 2^{E-127} * (1.M)$$

Floating point number

0 10000010 11000000000000000000000

- Sign=0 (positive)
- Mantissa=$1.11_2=1.75_{10}$
- Exponent=130-127=3

$$Value = +1.11_2 \times 2^3 = 1.75_{10} \times 8 = 14_{10}$$

Floating Point Unit [FPU]

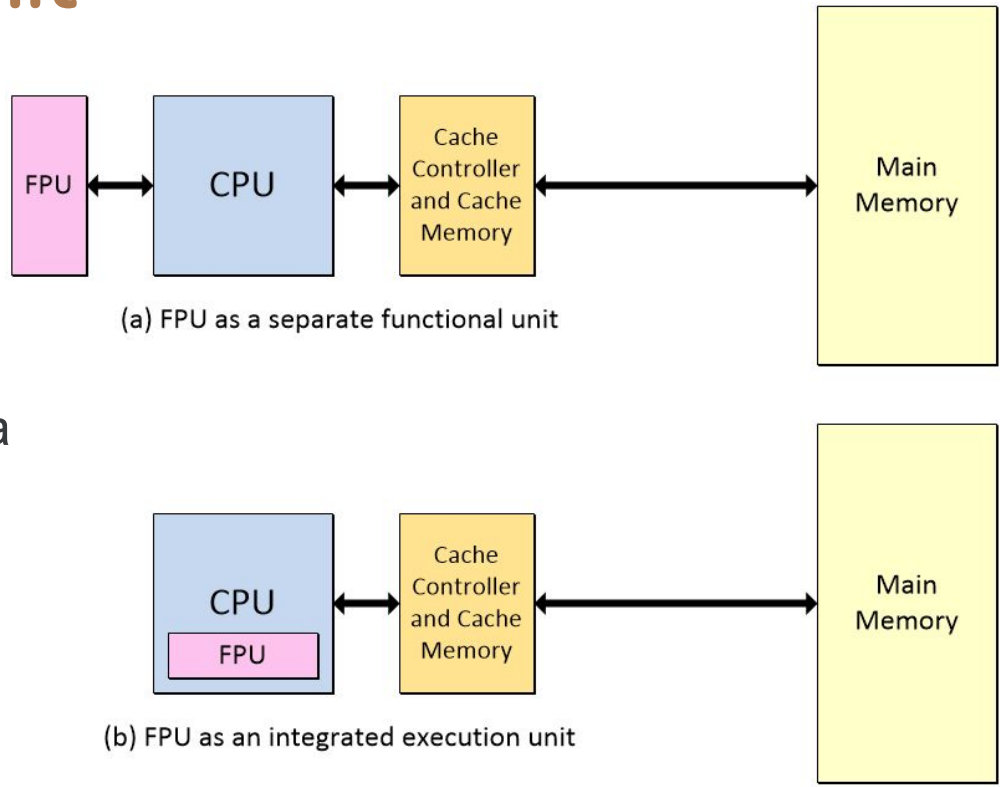
Floating Point Unit

- Matematický koprocesor pro počítání s desetinnými čísly
- Pro práci s plovoucí řádovou čárkou (nikoliv reálná čísla)
- Jiné zařízení než procesor!! **FPU ≠ CPU**

float	⇒	dword - 32bit
double	⇒	qword - 64bit
long double	⇒	tword - 80bit

Floating Point Unit

- Dříve zvlášť, dnes součástí procesoru
- společný zdrojový kód
- ale každá jednotka má vlastní instrukční sadu a registry
- CPU Intel x86
- FPU Intel x87



Floating Point Unit

- 8 obecných registrů: R0 - R7
- Každý registr o velikosti 80b
- Registry pracují jako zásobník (ST0 - ST7)
- ST0 - vrchol zásobníku (registrů), ST1, ST2, … ST7 - dokud nejsou naplněny, neexistují
- Podobné (stejné) názvy instrukcí + `f` na začátku názvu

Floating Point Unit

`FINIT`

- nastavení FPU do výchozího stavu
- nastavení výchozích hodnot, příznaků, promazání registrů FPU
- promaže i R0-R7, tedy ST0-ST7 neexistuje
- stačí jednou, doporučeno použít vždy

`fld` *N* - načtení hodnoty z *N* do ST0 (== push na vrchol zásobníku)

`fst` *N* - uložení hodnoty z ST0 do *N*

`fstp` *N* - stejné jako `fst` + pop ze zásobníku

`call ReadDouble` - do ST0 načte 64b desetinné číslo od uživatele

`call WriteDouble` - z ST0 vypíše 64b desetinné číslo od uživatele

Ukázka

- cv11_A.asm

Datové typy a instrukce

Datové typy

- FPU pracuje se 3 datovými typy: float, double, long double
- FPU umí zpracovat i celá čísla, ale musí si je převést
  - instrukce s předponou FI, např: `fild`, `fist`, `fistp`

Velikost		Segment			Jméno	
bity	Bajty	.bss	.data	.text		
32	4	resd	dd	dword	float	double-word
64	8	resq	dq	qword	double	quad-word
80	10	rest	dt	tword	long double	ten-word

FPU aritmetické instrukce

FADD, FSUB, FMUL, FDIV

```
FADD              ~  st1 = st0 + st1  ; fadd == faddp
FADDP             ~  st1 = st0 + st1  ; + pop ⇒ st0
FADD mem          ~  st0 = mem + st0
FADD stX          ~  st0 = stX + st0  ; stX = <st1;st7>
FADD st0, stX     ~  st0 = st0 + stX
FADD stX, st0     ~  stX = stX + st0
```

FIADD, FISUB, FIMUL, FIDIV

```
FIADD mem       ~  st0 = st0 + mem
FISUB mem       ~  st0 = st0 - mem
FIMUL mem       ~  st0 = st0 * mem
FIDIV mem       ~  st0 = st0 / mem
```

FPU aritmetické instrukce

`FSQRT`, `FSIN`, `FCOS`

- Počítá odmocninu/sinus/kosinus registru st0 a výsledek uloží do st0

`FLD1`, `FLDZ`, `FLDPI`

- Nahraje do FPU registru st0 konstantu **1.0** (FLD1), **0.0** (FLDZ) nebo **π** (FLDPI)

`FXCH` - záměna FPU registru st0 s jiným registrem FPU

`FCHS` - změna znaménka hodnoty registru st0

`FABS` - absolutní hodnota registru st0

Ukázky

- cv11_B.asm
- cv11_C.asm

Úkoly

- cv11_1.asm
- cv11_2.asm
- cv11_3.asm
- cv11_4.asm