

# FPU

Milan Banković

11. 1. 2009.

# Sadržaj I

- 1 Matematički koprocesor
  - O realnim brojevima
  - O koprocesoru
  - Osnovna svojstva koprocesora
- 2 Registri koprocesora
  - Registri koprocesora
  - Status registar
  - Kontrolni registar
  - Tag registar
  - Obrada grešaka
- 3 C konvencije
  - Tipovi podataka
  - Pozivanje funkcija

## O realnim brojevima

- Realni brojevi se najčešće predstavljaju u zapisu sa pokretnim zarezom.
- IEEE-754 standard.
- U zapisu postoji bit znaka, bitovi eksponenta, kao i bitovi za mantisu.
- Jednostruka tačnost:  $1 + 8 + 23$
- Dvostruka tačnost:  $1 + 11 + 52$
- Dvostruka proširena tačnost:  $1 + 15 + 64$

## O koprocesoru

- Ranije je bio izdvojen kao poseban čip.
- Počev od 486 generacije se ugrađuje u centralni procesor.
- I dalje je logički odvojen od ostatka procesora.
- Njegov dizajn nije najsrećnije rešenje. U novije vreme se sve češće zaobilazi njegova upotreba.

## Osnovna svojstva koprocesora

- Podržava IEEE-754 standard.
- Barata sa brojevima u dvostrukoj proširenoj tačnosti.
- Posедуje osam registara dužine 80 bitova, koji se posmatraju kao stek.
- Sve operacije se obavljaju sa vrednostima na vrhu steka, uz eventualne dodatne operande u memoriji.
- Osim realnih brojeva svih preciznosti, koprocesor takođe može da ima i celobrojne operande.
- Svi operandi se prilikom operacija najpre konvertuju u dvostruku proširenu tačnost.

## Registri koprocesora

- Osam registara za podatke, koji se obeležavaju oznakama R0 do R7.
- Ovim registrima se može pristupati jedino putem oznaka st(i).
- st(0) je vrh steka. Alternativno se može referisati sa st.
- st(1) je sledeći registar, ispod vrha steka, zatim st(2), itd.
- Programer mora voditi računa da ne prekorači granice steka.
- Status registar, kontrolni registar, tag registar (16-bitni)

## Status registar

- Tri bita (11-13) koji određuju vrh steka.
- Šest bita (0-5) predstavljaju indikatore grešaka prilikom prethodnih operacija.
- Četiri bita C0-C2 (8-10) i C3 (14) koji predstavljaju uslove za grananje.
- Ovaj registar se može sačuvati u memoriju ili registar AX (instrukcija FSTSW)

## Kontrolni registar

- Šest bita (0-5) predstavljaju maske za greške iz statusnog registra.
- Dva bita (8-9) određuju preciznost.
- Dva bita (10-11) određuju politiku zaokruživanja.
- Sadržaj ovog registra se može učitati instrukcijom FLDCW, i sačuvati instrukcijom FSTCW.



# Tag registar

- Ovaj registar sadrži po dva bita za svaki registar za podatke.
- Sadržaj ta dva bita predstavlja stanje odgovarajućeg registra.
- Stanje registra može biti: pun, prazan, specijalna vrednost, nula.

## Obrada grešaka

- Moguće greške: nedozvoljena operacija, deljenje nulom, denormalizovani operand, prekoračenje, podkoračenje, neprecizno izračunavanje.
- Kada se pojavi greška, postavlja se odgovarajući bit u status registru.
- Ako odgovarajući tip greške nije maskiran u kontrolnom registru, poziva se funkcija za obradu izuzetka, koju obezbeđuje operativni sistem.
- Ako je odgovarajući tip greške maskiran, tada se nastavlja sa izvršavanjem programa, bez obzira na grešku.
- Bitovi koji indikuju greške u status registru moraju se eksplicitno obrisati (FCLEX instrukcijom).

## Tipovi podataka

- Jednostruka tačnost – float (4 bajta)
- Dvostruka tačnost – double (8 bajtova)
- Dvostruka proširena tačnost – long double (12 bajtova)
- Svi operacije se obavljaju nad long double podacima.
- Prilikom baratanja sa memorijskim operandima mora se navesti prefiks koji definiše tip tj. širinu operanda.
- Mogući prefiksi su: dword ptr (float), qword ptr (double), tbyte ptr (long double).
- Za cele brojeve: word ptr (short), dword ptr (int).

## Pozivanje funkcija

- Argumenti realnog tipa se prenose preko steka, kao i svi drugi argumenti.
- Povratna vrednost realnog tipa se čuva u registru `st(0)`.
- Po konvenciji, svi registri koprocesora moraju biti prazni pre poziva funkcije, i nakon izlaska iz funkcije (osim eventualno `st(0)`, ako funkcija vraća realan broj).