NASM Cheat Sheet

Računarski Fakultet – Operativni Sistemi

Sadržaj

Kompajlovanje

NASM (Netwide ASseMbler) je assembly kompajler. Kod kucan za NASM mora da se prevodi, kao i kod kucan npr. za C. Osnovna razlika je što je kod kucan za NASM više nalik nativnom kodu mašine od koda kucanog u bilo kom jeziku višeg nivoa.

Kompajlovanje NASM koda u izvršnu datoteku se vrši pomoću sledeće konzolne komande:

```
nasm -f bin primer.asm -o primer.com
```

Napomena: za detalje podešavanja okruženja, tako da se nasm komanda može pozvati iz bilo kog direktorijuma pogledati prvu prezentaciju sa vežbi.

Ova komanda se sastoji iz četiri razdvojena dela:

`nasm` → Naziv komande. Mora da se nalazi na početku linije. (ostala tri argumenta mogu da se daju bilo kojim redosledom)

`-f bin` → Format izlazne datoteke. Često korišćene vrednosti su `bin` (izvršni fajl), `obj` (16-bit objektni fajl za DOS), `win32` (32-bit objektni fajl za windows), `elf` (32-bit objektni fajl za linux). Pogledati NASM dokumentaciju za ostale moguće vrednosti ovog parametra.

`primer.asm` → Putanja do fajla sa izvornim kodom koji želimo da kompajlujemo.

`-o primer.com` → Putanja do fajla koji želimo da dobijemo kompajlovnjem.

Registri i adresiranje

Da bi procesor izvršio bilo koju komandu, vrednost sa kojom treba da radi mora da se nalazi u nekom registru. DOS podržava rad isključivo sa registrima od 16 bita (u realnom režimu), dok windows i linux operativni sistemi podržavaju rad sa 32 i 64 bita, zavisno od verzije.

Postoje 4 registra opšte namene. Kažemo da su opšte namene zato što u našem kodu možemo da ih koristimo za bilo šta, i možemo po želji da im menjamo vrednost. S druge strane, neke sistemske funkcije podrazumevaju da se neki od ovih registara koriste na specifičan način. Pored toga, postoje "nepisana" pravila za primenu ovih registara:

`ax` → Accumulator. Koristi se da drži broj na koji se dodaju drugi vrednosti pri sabiranju, množenju itd.

`bx` → Base pointer. Koristi se kao pokazivač pri referenciranju memorije.

`cx` → Counter. Koristi se kao brojač.

`dx` → Aritmetičke i I/O operacije.

Svaki od ova četiri registra je 16-bitan. Njihove 32-bit varijante imaju slovo e na početku (`eax, ebx, ecx, edx`). Svaki od ova četiri 16-bit registara je podeljen na dve 8-bit varijante (gornju i donju): `ah, al, bh, bl, ch, cl, dh, dl`.

Još neki bitni registri:

`cs` → Code segment. Naznačava segment u memoriji u kojem se nalazi kod.

`ds` → Data segment. Naznačava segment u memoriji u kojem se nalaze podaci za naš proces.

`es` → Extra segment. Koristi se sa pristupanje proizvoljnom segmentu u memoriji.

`ss` → Stack segment. Naznačava segment u kojem se nalazi stack našeg procesa.

`sp` → Stack pointer. Pokazivač na stek unutar stek segmenta. `push` i `pop` operacije modifikuju vrednost ovog registra.

`si` → Source index. Za indeksiranje nizova i pristup memoriji.

`di` → Destination index. Slično kao `si`.

`bp` → Base pointer. Sličan registru `bx`.

`ip` → Instruction pointer. Pokazuje na trenutnu instrukciju unutar `cs`.

Adresiranje

Da bi se konstruisala prava adresa u memoriji, neophodna su četiri bajta. Na 16-bitnim mašinama, ovo su dva registra – segmentni i offset-ni. Za konkatenaciju registara koristi se zapis: `es:bx`

Gde je `es` više bitan par bajtova, a `bx` manje bitan. Uglaste zagrade označavaju dereferenciranje, tj. ono što je unutar uglastih zagrada se tretira kao adresa, a vrednost izraza je ono što se nalazi na zadatoj adresi. Npr, da bismo upisali `0` na adresu koja se nalazi na `es:bx`: `mov [es:bx], 0`

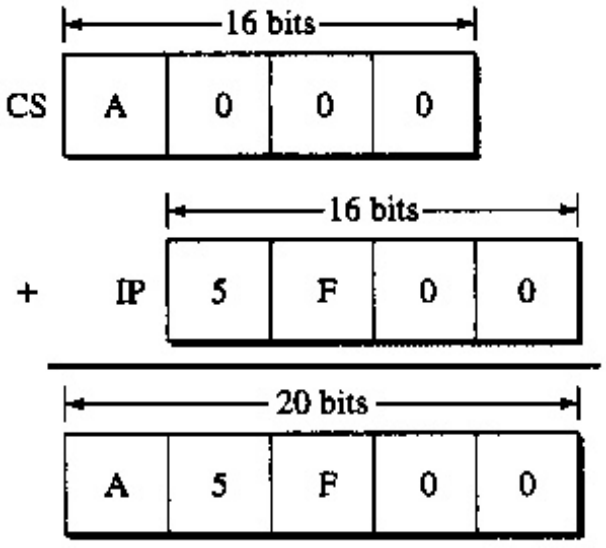
Pri adresiranju je često moguće koristiti samo dvobajt koji naznačava offset, ali onda se uvek koristi i implicitni segmentni registar, najčešće `cs` ili `ds`. Koji registar će se koristiti zavisi od instrukcije koja se izvršava. Na primer: `call _print_num`

Prethodna instrukcija predstavlja poziv rutine `_print_num`. Labela print_num predstavlja samo offset, tako da sama po sebi nije validna adresa, ali pošto se koristi instrukcija `call`, ovde će se implicitno koristiti segmentni registar `cs`, tako da se zapravo skače na lokaciju: `cs:_print_num`.

Adrese u 16-bit realnom režimu se sastoje od dvobajtnog segmenta i dvobajtnog pomeraja (offset) unutar tog segmenta. Iako imamo četvorobajt (32 bita), pošto fizički imamo samo 20 adresnih linija, adrese su zapravo 20-bitne, i konstruišu se na sledeći način: `fizička adresa = (segment << 4) + offset`

Na primer, ako imamo segment `A000` i offset `5F00`, fizička 20-bit adresa bi se računala kao: `(A000 << 4) + 5F00 = A0000 + 5F00 = A5F00`

Vizuelno, to može da se predstavi na sledeći način:



Rad sa memorijom

Pseudoinstrukcije za rezervisanje prostora u memoriju su oblika `resX n` (gde je `n` broj rezervisanih mesta):

`resb` → Rezerviše n bajtova.

`resw` → Rezerviše n reči (jedna reč je dva bajta, tj. 16 bita)

`resd` → Rezerviše n duplih reči (4 bajta)

`resq` → Rezerviše n četvorostrukih reči (8 bajtova)

Pre `resx` komande se može postaviti labela, koja se kasnije može koristiti da označi prvi bajt u skupu rezervisanih bajtova. Npr:

```
niz: resb 10
```

Rezerviše 10 bajtova, i smešta adresu prvog u labelu `niz`.

Slično funkcionišu pseudoinstrukcije `dX`, kod kojih mora odmah da se navede i vrednost koja će biti smeštena u rezervisanom bloku memorije, npr:

```
poruka: db ‘Zdravo svete’,0
```

Nakon pseudoinstrukcije `dx`, zarezom se odvajaju vrednosti koje su različitog tipa, a koje želimo da se nalaze jedne za drugom u memoriji. Vrednosti zadate pod apostrofima se tretiraju kao `ASCII` vrednosti zadatih karaktera.

Više uzastopnih `db` instrukcija označava konsekutivne vrednosti u memoriji. Npr. primer odozgo se drugačije može napisati:

```
poruka:

db ’Zdravo svete’

db 0
```

Operacije nad stekom

Stek je memorijska struktura koja je dodeljena svakom tasku. Stek našeg taska se nalazi u `ss` (stek segment). Trenutna vrednost na steku se nalazi na lokaciji koja je upisana u `sp` (stack pointer). Jeda veoma bitna osobina steka kao strukture je da se koristi pri pozivu podprocedura. Pri izvršavanju `call` instrukcije, trenutna adresa `IP` (instruction pointer) se smešta na stek, da bi se pri izvršenju ret instrukcije ona isčitala. Ako podprocedura ne ostavi stek čist, to može da izazove nepredviđeno ponašanje. Argumenti funkcije višeg programskog jezika se tipično smeštaju na stek u obrnutom redosledu od onog u kom su dati u višem programskom jeziku, i to pre poziva procedure.

`push ax` → Smešta vrednost iz `ax` na stek. (dekrementira `sp` za dva)

`pop ax` → Uzima vrednost sa steka i smešta u ax (inkrementira `sp` za dva)

`pusha` → Smešta sve registre opšte namene na stek sledećim redom: `ax, cx, dx, bx, sp, bp, si, di`. Gurnuta vrednost za `sp` je početna, dakle pre izvršenja `pusha`. `pusha` je alias koji se kompajluje ili u `pushaw` (dvobajtni `push`) ili `pushad` (četvorobajtni `push`)

`popa` → Skida sa steka vrednosti i smešta u registre opšte namene: `di, si, bp`, ništa (odbacuje se vrednost za `sp`), `bx, dx, cx, ax`. `popa` je alias za `popaw` ili `popad`, slično kao `pusha`.

`enter 2, 0` → Kreira stek koji se može koristiti kao deskriptor za funkciju iz višeg programskog jezika. Prvi argument je broj bajtova koje treba zauzeti u negativnom pravcu. Drugi argument je dubina (nivo ugnežđenja procedure) steka, koja može da ide do 31. Poziv instrukcije `enter` za dubinu `0` je ekvivalentan sledećem:

```
push bp

mov bp, sp

sub sp, op_1
```

Gde je `op_1` prvi operand. Primetiti da `enter` ima jedan implicitan `push`, kao što `leave` ima implicitan `pop`.

`leave` → Uništava stek napravljen prethodnom komandom `enter`. Ekvivalentno sledećem:

```
mov sp, bp

pop bp
```

Aritmetičke i logičke operacije

Logičke i aritmetičke operacije se najčešće obavljaju nad registrima opšte namene. Rezultat operacije se smešta u levi operand.

`add ax, bx` → Sabira vrednosti u `ax` i `bx` i smešta rezultat u `ax`.

`sub cx, dx` → Oduzima `dx` od `cx` i smešta rezultat u `cx`.

Kod množenja i deljenja, prvi operand se obavezno nalazi u `ax` (ili `al`). Zavisno od drugog operanda (koji mora biti registar, tj. ne može biti konstanta) rezultat se smešta u `ax` ili `dx:ax`.

`mul bx` → Množi `ax` i `bx` i smešta rezultat u `dx` i `ax`.

`mul bl` → Množi `al` i `bl` i smešta rezultat u `ax`.

`div bx` → Deli `dx:ax` sa `bx`. Celobrojni rezultat deljenja je u `ax`, a ostatak u `dx`.

`div bl` → Deli `ax` sa `bl`. Celobrojni rezultat deljenja je u `al`, a ostatak u `ah`.

Logičke operacije:

`or al, bl` → Ili operacija

`and al, bl` → I operacija

`xor al, bl` → Isključivo ili

`not al` → Negacija

Bitovske operacije

Postoje logičke i aritmetičke operacije pomeranja bitova. Pomeranje bitova generalno može da se tretira kao množenje i deljenje sa dva, ali postoje posebni slučajevi, tako da je bolje ne uzimati ovo kao opšte pravilo.

Logičko pomeranje translira sve bitove za jedno mesto levo ili desno. Ispražnjen bit se popunjava nulom, dok se bit koji „ispadne“ iz pomeraja gubi.

`shr ax,1` → pomera sve bitove u `ax` jedno mesto desno.

`shl ax,1` → pomera sve bitove u `ax` jedno mesto levo.

Aritmetički shift pri pomeraju u desno (deljenje) zadržava vrednost najznačajnijeg bita.

`sar ax, 1` → aritmetički pomeraj desno.

`sal ax, 1` → aritmetički pomeraj levo.

Rotacija bitova je slična kao pomeranje. Jedina razlika je da se poslednji bit, koji „ispadne“ iz pomeranja, prepisuje u prvi bit.

`ror ax, 4` → vrši rotaciju za 4 bita desno.

`rol ax, 4` → vrši rotaciju za 4 bita levo.

Skokovi

Bezuslovni skok se vrši instrukcijom `jmp`. Argument je adresa na koju se skače, obično labela:

`jmp pocetak` → Nastavlja sa izvršavanjem od labele „pocetak“.

Pre uslovnog skoka se obično vrši ili neka aritmetička operacija ili poređenje pomoću insturcije `cmp`.

`cmp al, bl` → Poredi sadržaj `al` i `bl` i podešava flegove koji se koriste pri uslovnim skokovima

`jne nejednako` → Nastavlja sa izvršavanjem od labele `nejednako`, ako operandi u prethodnom poređenju nisu bili jednaki.

`je jednako` → Nastavlja sa izvršavanjem od labele `jednako`, ako su operandi u prethodnom poređenju bili jednaki.

`jg  vece` → Nastavlja sa izvršavanjem od labele `vece`, ako je levi operand u prethodnom poređenju veći od desnog.

`jl manje` → Nastavlja sa izvršavanjem od labele `manje`, ako je levi operand u prethodnom poređenju manji od desnog.

`jge veceilijednako` → Nastavlja sa izvršavanjem od labele `veceilijednako`, ako je levi operand u prethodnom poređenju veći ili jednak desnom.

`jle manjeilijednako` → Nastavlja sa izvršavanjem od labele `manjeilijednako`, ako je levi operand u prethodnom poređenju manji ili jednak desnom.

Pozivi i labele

Poziv podprograma se vrši instrukcijom `call`. Podprogram se završava instrukcijom `ret`, nakon koje se tok programa nastavlja od poziva podprograma.

`call print` → Poziva `print` kao podproceduru.

Ako labela počinje tačkom, ona je lokalna. Lokalna labela se može pozvati svojim imenom samo u okviru iste labele koja nema tačku, npr.

```
Main:
add ax,bx
.sub:
sub ax,bx
jz .sub
```

Ovde je labela `.sub` podlabela labele `main`. Nakon naredne labele koja nema tačku na početku, `.sub` neće označavati ništa, ali će moći da se koristi pun naziv labele: `main.sub`.

Postoje tri načina da se skoči na podrutinu:

- Pomoću instrukcije `call`, gde se očekuje da se vratimo natrag pomoću instrukcije `ret`.
- Pomoću instrukcije `call far`, gde se očekuje da se vratimo natrag pomoću instrukcije `retf`.
- Pozivom prekida, instrukcijom `int`, ili od strane hardvera, gde se očekuje da se vratimo natrag pomoću instrukcije `iret`.

Ključna razlika kod ova tri pristupa je u tome šta se implicitno stavlja na stek pri pozivu rutine, tj. šta se skida sa steka pri izlazi iz rutine.

- Kod obične `call` instrukcije se podrazumeva da se skače na rutinu unutar istog kodnog segmenta (`cs` ostaje nepromenjen), tako da se na stek stavlja samo `ip`. Pri pozivu `ret` se sa steka skida samo jedna vrednost, i smešta nazad u `ip`.
- Kod `call far` instrukcije se skače na rutinu koja se nalazi u drugom segmentu, tako da je neophodno na steku sačuvati `cs` i `ip` (u tom redosledu). Analogno tome, instrukcija `retf` će sa steka skidati vrednosti za `ip` i `cs`.
- Kod `int` instrukcije se izvršava prekid, i ovde je neophodno pored `cs` i `ip` registra sačuvati još i `flags` registar pre adrese na koju treba skočiti. Analogno tome, `iret` instrukcija skida vrednost za `flags` registar sa steka nakon što skine vrednost za adresu.

Brojačke petlje

Postoje dva često korišćena načina da se skup instrukcija ponovi zadat broj puta:

```
mov cx, 10

petlja:

;kod koji treba da se ponavlja

loop petlja
```

Komanda `loop` dekrementira vrednost u `cx` dok ne dođe do nule. Ako `cx` još uvek nije nula, vrši se skok na navedenu labelu.

```
times 10 db 0
```

Komanda `times` asemblira instrukciju zadat broj puta.

Neki prekidi

Prekid	Opis
`10h`	BIOS prekid za rad sa ekranom. Zavisno od vrednosti smeštene u `ah`, prekidna rutina obavlja različite operacije. Neke vrednosti za `ah`: • `02h` → Postavljanje kursora. `dl` je kolona, `dh` je red. • `0eh` → Ispis karaktera čiji `ASCII` kod je smešten u `al`.
`16h`	`BIOS` prekid za rad sa tastaturom. Zavisno od vrednosti smeštene u `ah`, prekidna rutina obavlja različite operacije. Neke vrednosti za `ah`: • `00h` → Čitanje sa tastature. `ASCII` kod učitanog karaktera se smešta u `al`.
`21h`	`DOS` sistemski poziv. Zavisno od vrednosti smeštene u `ah`, prekidna rutina obavlja različite operacije. Neke vrednosti za `ah`: • `09h` → Ispis stringa koji se nalazi na adresi zadatoj sa `dx`. String je terminiran znakom `'$'`.
`09h`	Rad sa tastaturom. Prekidna rutina se poziva od strane hardvera pri svakom pritisku i otpuštanju dugmeta na tastaturi.
`1CH`	Korisnički tajmerski prekid. Hardverski sat na svakih 55ms poziva prekidnu rutinu `08h`, koja obavlja svoju logiku, i između ostalog poziva `1CH`. `1CH` tipično ima samo instrukciju `iret`, tako da je savršeno bezbedno zameniti hendler.