

Seminar 0x04

Cristian Rusu

1 Scopul seminarului

În acest seminar vom rezolva niște probleme care implică:

- cod Assembly x86;
- seturi de instrucțiuni;
- pipelining, branch prediction, out of order execution.

2 Exerciții

1. Presupunem ca avem un sistem de calcul pe 32 de biți, răspundeți la următoarele întrebări scurte:

- (a) care este adresa de memorie cea mai mare care poate fi accesată? (cu 8 biți / locație memorie)
- (b) avem instrucțiunea *jne etichetă*, unde *jne* are opcode-ul 0110. Care este saltul maxim care se poate realiza cu această instrucțiune?
- (c) avem o instrucțiune *add R1, R2*, unde *add* are opcode-ul 0011 iar *R1* și *R2* sunt regiștri iar calculul realizat este $R2 \leftarrow R1 + R2$. Câți regiștri diferiți putem avea?
- (d) similar cu instrucțiunea anterioară, dar acum avem *add R1, R2, R3*, unde *add* are opcode-ul 0100 iar calculul realizat este $R3 \leftarrow R1 + R2$. Câți regiștri diferiți putem avea?

2. Scrieți secvențe scurte de cod Assembly x86 (și verificați pe <https://godbolt.org/>) pentru a descrie următoarele secvențe de cod C (*x* este un array de 20 valori int iar celelalte variable sunt int):

- (a) $a = 42$
- (b) $b = 10 \times c + 13$
- (c) $y = (a - 5) \times (y + 1337)$
- (d) if ($a == 0$) $b = b + 1$ else $b = b - 1$
- (e) if ($a == 3$) $b = b \times 2$ else $b = b/2$
- (f) $x[i] = x[i - 1]$
- (g) $z = x[5] + x[10]$
- (h) if ($a == 0 \parallel a \leq 50$) $c = 0$ else $c = 1$
- (i) while (1) { ... }
- (j) $\text{sum} = 0$; $i = 0$; while($i < 10$) { $\text{sum} = \text{sum} + i$; $i = i + 1$; }

3. Fie următoarea secvență de cod scrisă în C:

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

Cerințe:

- (a) în ciclul for de mai sus putem folosi $i++$ sau $++i$. Există o diferență între cele două operații?

- (b) scrieți cod Assembly echivalent cu această secvență;
 - (c) comparați rezultatul cu secvența de cod de la exercițiul precedent, subpunctul (i). Care variantă este mai eficientă?
 - (d) rescrieți secvența de C de mai sus dar de data aceasta la fiecare iterație actualizați suma de două ori (acum suma este actualizată o singură dată).
4. În contextul pipelining, când codul sursă primit are dependențe de date, ce fel de erori (hazards) reprezintă următoarele secvențe?
- (a) $\%eax \leftarrow \%ebx + \%ecx$, $\%eax \leftarrow \%ebx + \%edx$
 - (b) $\%ebx \leftarrow \%ecx + \%eax$, $\%eax \leftarrow \%edx + \%eax$
 - (c) $\%eax \leftarrow \%ebx + \%ecx$, $\%edx \leftarrow \%eax + \%edx$
 - (d) $\%eax \leftarrow 6$, $\%eax \leftarrow 3$, $\%ebx \leftarrow \%eax + 7$
5. Aveți un calculator al cărui CPU are două unități principale: 1) o unitate care încarcă date din memorie în regiștri (câte o variabilă o dată) și 2) o unitate aritmetică/logică care poate executa două instrucțiuni simultan. Calculați cât mai eficient pe această mașină expresia $a + b + a \times c + b \times c + d + d \times e$.
6. Considerăm următoarea secvență de cod C unde A și B sunt vectori iar na și nb reprezintă dimensiunile celor doi vectori:

```

while (na > 0 && nb > 0)
{
    if (*A++ <= *B++) {
        *C++ = *A++; --na;
    } else {
        *C++ = *B++; --nb;
    }
}

while (na > 0) {
    *C++ = *A++; --na;
}

while (nb > 0) {
    *C++ = *B++; --nb;
}

```

Cerințe:

- (a) ce face algoritmul de mai sus?
 - (b) câte instrucțiuni de branch (salt) există în codul de mai sus?
 - (c) puteți prezice eficient pentru fiecare branch dacă acesta sare sau nu?
 - (d) dacă au fost salturi pe care nu le puteți prezice, schimbați codul de mai sus astfel încât să le eliminați.
7. Scrieți o funcție toUpper() care ia ca parametru un șir de caractere și returnează același șir dar în care toate caracterele sunt majuscule (limbajul de programare nu este important, puteți scrie pseudo-cod). Scrieți inițial o soluție cu salturi și apoi încercați să eliminați salturile complet. Gândiți-vă cum puteți îmbunătăți soluția și mai mult.