



Licenciatura Ciências de Computação Licenciatura Eng^a. Física

2021/22

A.J.Proença

Tema

Avaliação de Desempenho (IA-32)



Estrutura do tema Avaliação de Desempenho (IA-32)

1. A avaliação de sistemas de computação
2. Técnicas de otimização de código (IM)
3. Técnicas de otimização de *hardware*
4. Técnicas de otimização de código (DM)
5. Outras técnicas de otimização
6. Medição de tempos ...



"Análise do desempenho": para quê?

– para avaliar Sistemas de Computação

- identificação de métricas
 - latência, velocidade, ...
- ligação entre métricas e fatores na arquitetura que influenciam o desempenho de um PU/núcleo

$$\mathbf{Core_{exec_time} = N^o_{instr} * CPI * T_{clock}}$$

e . . .

- ... construí-los mais rápidos**
- ... melhorar a eficiência de execução de app's**

$$Core_{exec_time} = N^{\circ}_{instr} * CPI * T_{clock}$$



Análise dos componentes da fórmula:

- **Core_{exec_time}**
 - tempo de execução na PU/core, inclui acessos à memória, ...
- **N^o_{instr}**
 - efetivamente executadas; depende essencialmente de:
 - eficiência do compilador
 - do *instruction set*
- **CPI (Clock-cycles Per Instruction)**
 - tempo médio de exec de 1 instr, em ciclos; depende essencial/
 - complexidade da instrução (e acessos à memória ...)
 - paralelismo na execução de instruções
- **T_{clock}**
 - período do *clock*; depende essencialmente de:
 - complexidade da instrução e/ou sua subdivisão (*pipeline*)
 - microeletrónica



"Análise do desempenho": para quê?

- ... melhorar a eficiência de execução de app's
 - análise de técnicas de otimização do código
 - algoritmo / **codificação** / **compilação** / *assembly*
 - compromisso entre legibilidade e eficiência...
 - potencialidades e limitações dos compiladores...
 - técnicas independentes / dependentes da máquina
 - uso de *code profilers*
 - técnicas de medição de tempos
 - escala microscópica / macroscópica
 - uso de *cycle counters* / *interval counting*
 - métodos de medição confiável de tempos de execução

Potencialidades e limitações dos compiladores (1)



– um compilador moderno já inclui técnicas que

- exploram oportunidades para simplificar expressões
- usam um único cálculo de expressão em vários locais
- reduzem o n° de vezes que um cálculo é efetuado
- tiram partido de algoritmos sofisticados para
 - alocação eficiente dos registos
 - seleção e ordenação de código
- ... **mas** está limitado por certos fatores, tais como
 - nunca modificar o comportamento correto do programa
 - limitado conhecimento do programa e seu contexto
 - necessidade de ser rápido!

– e certas otimizações estão-lhe vedadas...

Potencialidades e limitações dos compiladores (2)



– exemplos de otimizações vedadas aos compiladores:

- pode trocar `twiddle1` por `twiddle2` ?

```
void twiddle1(int *xp,int *yp)
{
    *xp += *yp;
    *xp += *yp;
}
```

```
void twiddle2(int *xp,int *yp)
{
    *xp += 2* *yp;
}
```

teste: **xp** igual a **yp**; que acontece?

- pode trocar `func1` por `func2` ?

```
int f(int n)
int func1(x)
{
    return f(x)+f(x)+f(x)+f(x);
}
```

```
int f(int n)
int func2(x)
{
    return 4*f(x);
}
```

teste: e se **f** for...?

```
int counter = 0;
int f(int x)
{
    return counter++;
}
```