

Questão 1.2.1

• Cada cor utiliza 8 bits (1 byte). 1 pixel utiliza as 3 cores,

então:

$$1 \text{ pixel} : 3 \cdot 8 \text{ bits} = 24 \text{ bits} \equiv 3 \text{ bytes}$$

* A questão pede o tamanho ~~mínimo~~ mínimo do buffer para armazenar o frame, mas não sei se é apenas para a menor resolução da tabela, então calculei para todas as resoluções. *

• 640×480

$$640 \cdot 480 = 307200 \text{ pixels}$$

$$1 \text{ frame} = 307200 = \underline{\underline{921600 \text{ bytes}}}$$

• 1280×1024

$$1280 \cdot 1024 = 1310720 \text{ pixels}$$

$$1 \text{ frame} = 1310720 \cdot 3 \text{ bytes} = \underline{\underline{3932160 \text{ bytes}}}$$

• 1024×768

$$1024 \cdot 768 = 786432 \text{ pixels}$$

$$1 \text{ frame} = 786432 \cdot 3 \text{ bytes} = \underline{\underline{2359296 \text{ bytes}}}$$

• 2560×1600

$$2560 \cdot 1600 = 4096000 \text{ pixels}$$

$$1 \text{ frame} = 4096000 \cdot 3 \text{ bytes} = \underline{\underline{12288000 \text{ bytes}}}$$

Questão 1.2.6

- Memória cache = 5ms ; Memória flash = 5μs

$$1 \text{ microsegundo} = 1 \cdot 10^3 \text{ nanosegundos} \quad [1 \mu s = 10^3 \text{ ns}]$$

A memória cache é 1000 vezes mais rápida que a flash.

Se um dado é lido em 2ms por uma memória cache, a memória flash

$$\text{irá levar: } 2 \mu s \cdot 1000 = \underline{2 \cdot 10^3 \mu s} //$$

Questão 1.3.1

a) calculando as performances: $P(1) = \frac{2 \cdot 10^9}{1.5} = \underline{2 \cdot 10^9 \text{ i/s}}$ instruções por segundo

$$P(2) = \frac{2.5 \times 10^9}{1} = \underline{2.5 \times 10^9 \text{ i/s}} \rightsquigarrow \underline{\text{melhor}} //$$

$$P(3) = \frac{4 \times 10^9}{2.2} = \underline{1.8181 \times 10^9 \text{ i/s}}$$

O processador P(2) possui a melhor performance, e o P(3) a pior

b) $P(1) = \frac{2 \cdot 10^9}{1.2} = \underline{1.66 \cdot 10^9 \text{ i/s}}$; $P(2) = \frac{3 \cdot 10^9}{0.8} = \underline{3.75 \cdot 10^9 \text{ i/s}}$ //

$$P(3) = \frac{4 \cdot 10^9}{2} = \underline{2 \cdot 10^9 \text{ i/s}}$$

O processador P(2) possui a melhor performance.

Questão 1.3.2

caso a) número de ciclos: $C(P_1) = 10 \cdot 3 \cdot 10^9 = 30 \cdot 10^9 //$

$$C(P_2) = 10 \cdot 2.5 \cdot 10^9 = 25 \cdot 10^9 //$$

$$C(P_3) = 10 \cdot 4 \cdot 10^9 = 40 \cdot 10^9 //$$

número de ciclos

caso b) $C(P_1) = 10 \cdot 2 \cdot 10^9 = 20 \cdot 10^9 //$

$$C(P_2) = 10 \cdot 3 \cdot 10^9 = 30 \cdot 10^9 //$$

$$C(P_3) = 10 \cdot 4 \cdot 10^9 = 40 \cdot 10^9 //$$

número de ciclos

caso a) quantidade de instruções $= I(P_i) = \frac{C(P_i)}{CPI}$

$$I(P_1) = \frac{30 \cdot 10^9}{1.5} = 20 \cdot 10^9 //$$

$$I(P_2) = \frac{25 \cdot 10^9}{1} = 25 \cdot 10^9 //$$

$$I(P_3) = \frac{40 \cdot 10^9}{2.2} \approx 18.18 \cdot 10^9 //$$

caso b) $I(P_1) = \frac{20 \cdot 10^9}{1.2} \approx 16.66 \cdot 10^9 //$

$$I(P_2) = \frac{30 \cdot 10^9}{0.8} = 37.5 \cdot 10^9 //$$

$$I(P_3) = \frac{40 \cdot 10^9}{2} = 20 \cdot 10^9 //$$

Questão 1.3.3

$$\text{tempo de CPU} = \frac{I \cdot \text{CPI}}{\text{clock}}$$

t.cpu reduzido em 30%, então:

$$\frac{t}{100} = 70 \cdot t = 7 \cdot t_{\text{original}}$$

Para calcular o novo CPI, temos:

$$\text{CPI} = \frac{120 \cdot \text{CPI}}{100} = 1.2 \cdot \text{CPI}$$

para os mesmos casos "a" da tabela:

$$P_1: \text{CPI} = 1.2 \times \text{CPI} \\ = 1.2 \cdot 1.5 = 1.8 //$$

$$\begin{aligned} \text{• número de instruções} &= \frac{30 \cdot 10^9}{1.5} \\ &= 20 \cdot 10^9 \end{aligned}$$

$$\text{• número de ciclos } (P_1) = 10 \cdot 3 \cdot 10^9 = \underline{30 \cdot 10^9}$$

$$\text{• taxa de clock } (P_1) = \frac{20 \cdot 10^9 \cdot 1.8}{7} = \frac{36000000000}{7} \approx \underline{5.14 \text{ GHz}}$$

clock necessário

$$P_2: \text{CPI} = 1.2 \cdot 1.0 = 1.2$$

$$\text{• Ciclos } (P_2) = 10 \cdot 2.5 \cdot 10^9 = 25 \cdot 10^9$$

$$\text{• número de instruções } (P_2) = \underline{2.5 \cdot 10^9} //$$

$$\text{taxa de clock } (P_2) = \frac{25 \cdot 10^9 \cdot 1.2}{7} = \frac{30000000000}{7} \approx \underline{4.28 \text{ GHz}}$$

clock necessário

$$P_3: CPI = 1.2 \cdot CPI = 1.2 \cdot 2.2 = 2.64$$

$$\bullet \text{ mro. ciclos } (P_3) = 10 \cdot 4 \cdot 10^9 = 40 \cdot 10^9$$

$$\bullet \text{ mro. instâncias } (P_3) = (40 \cdot 10^9) / 2.2 \approx 18.18 \cdot 10^9$$

$$\bullet \text{ taxa de clock } (P_3) = \frac{18.18 \cdot 2.64 \cdot 10^9}{7} = \frac{47935200000}{7} \approx 6.88 \text{ GHz} //$$

(clock necessário)

para os casos "b" da tabela

$$P_1: CPI = 1.2 \cdot 1.2 = 1.44 \quad \bullet \text{ Ciclos } (P_1) = 2 \cdot 10^9 \cdot 10 = 20 \cdot 10^9$$

$$\bullet \text{ Instruções } (P_1) = \frac{20 \cdot 10^9}{1.24} = 16.66 \cdot 10^9 \quad \bullet \text{ clock } (P_1) = \frac{16.66 \cdot 10^9 \cdot 1.2}{7} \approx 2.85 \text{ GHz}$$

$$P_2: CPI = 1.2 \cdot 0.8 = 0.96 \quad \bullet \text{ Ciclos } (P_2) = 10 \cdot 3 \cdot 10^9 = 30 \cdot 10^9$$

$$\bullet \text{ Instruções } (P_2) = \frac{30 \cdot 10^9}{0.8} = 37.5 \cdot 10^9 \quad \bullet \text{ clock } (P_2) = \frac{37.5 \cdot 10^9 \cdot 0.96}{7} = 5.146 \text{ GHz}$$

(clock necessário)

$$P_3: CPI = 1.2 \cdot 2 = 2.4 \quad \bullet \text{ Ciclos } (P_3) = 40 \cdot 10^9$$

$$\bullet \text{ Instruções } (P_3) = \frac{40 \cdot 10^9}{2} = 20 \cdot 10^9 \quad \bullet \text{ clock } (P_3) = \frac{20 \cdot 10^9 \cdot 2.4}{7} = \frac{48 \cdot 10^9}{7}$$

$$\approx 6.85 \text{ GHz} //$$

(clock necessário)

Questão 1.5.4

• programa 1

$$\text{tempo de execução} = \sum \left(\frac{\text{instruções} \times \text{ciclo de máquina}}{\text{taxa de clock}} \right)$$

$$\text{tempo de execução} = \frac{(600 \cdot 1) + (600 \cdot 10) + (200 \cdot 10) + (50 \cdot 3)}{3 \cdot 10^9}$$

$$= \frac{8750}{3 \cdot 10^9} \approx 2916 \cdot 10^{-9} \text{ ms}$$

$$= 2.916 \mu\text{s} //$$

8750/3
2916??

• programa 2

$$\text{tempo de execução} = \frac{(900) + (500 \cdot 10) + (100 \cdot 10) + (200 \cdot 3)}{3 \cdot 10^9}$$

$$= \frac{7500}{3 \cdot 10^9} = 2500 \cdot 10^{-9} \text{ ms} = 2.5 \mu\text{s} //$$

Questão 1.5.5

$$\text{programa 1: TE} = \frac{(600) + (600 \cdot 2) + (50 \cdot 3) + (200 \cdot 2)}{3 \cdot 10^9} = \frac{2350}{3 \cdot 10^9}$$

$$\approx 783.33 \cdot 10^{-9} \text{ ms} = 0.783 \mu\text{s} //$$

2.9 = 27

$$\text{programa 2: TE} = \frac{(900) + (500 \cdot 2) + (100 \cdot 2) + (200 \cdot 3)}{3 \cdot 10^9} = \frac{2700}{3 \cdot 10^9}$$

$$= 900 \cdot 10^{-9} \text{ ms} = 0.9 \mu\text{s} //$$

Questão 1.5.6

programa 1 : $TE = \frac{600 + (600 \cdot 2) + (50 \cdot 3) + 200 \cdot 3}{3 \cdot 10^9} = \frac{2350}{3 \cdot 10^9}$
 $\approx 783.33 \cdot 10^{-9} \text{ ms}$
 $\approx 0.783 \mu\text{s} //$

• reduzindo as instruções de computar / 2 (pela metade)

$$TE = \frac{300 + 600 \cdot 2 + 200 \cdot 2 + 50 \cdot 3}{3 \cdot 10^9} = \frac{2050}{3 \cdot 10^9}$$
$$= 683.33 \cdot 10^{-9} \text{ ms}$$
$$\approx 0.683 \mu\text{s} //$$

~~Programa 2~~ • ganho de velocidade = $\frac{783.33 \cdot 10^{-9}}{683.33 \cdot 10^{-9}} \approx 1.15 //$
Correu mais em ms

O novo tempo de execução é quase 1.15 vezes superior

• programa 2 $TE = \frac{900 + 1000 + 200 + 600}{3 \cdot 10^9} = \frac{2700}{3 \cdot 10^9} = 900 \cdot 10^{-9} \text{ ms}$

instruções x 0.5

$$TE = \frac{450 + 1000 + 200 + 600}{3 \cdot 10^9} = \frac{2250}{3 \cdot 10^9} = 750 \cdot 10^{-9} \text{ ms}$$

• ganho de velocidade de execução = $\frac{900 \cdot 10^{-9}}{750 \cdot 10^{-9}} = 1.2 //$

Questão 1.6.4 $T_E = \frac{I \cdot CPI}{\text{clock}}$; $t = p \cdot t$

caso a : Assumindo que a "peak performance" como a maior velocidade em que um computador executa uma seq^{prog?} de instruções.

O desempenho máximo será maior quando o CPI for menor.

$$\text{Peak}(P_1) = \frac{4 \cdot 10^9}{1} = 4 \cdot 10^9 //$$

1 classe A, menor CPI, 1

$$\text{Peak}(P_2) = \frac{2 \cdot 10^9}{1} = 2 \cdot 10^9 //$$

3 classes A, B, C, CPI, 3

caso b) $\text{Peak}(P_1) = \frac{4 \cdot 10^9}{1} //$ * classe A = 1 CPI

$$\text{Peak}(P_2) = \frac{3 \cdot 10^9}{1} = 3 \cdot 10^9 //$$

4 classes A, B, C, D

Questão 1.65

para o caso a:

$$P_1: TE(P_1) = \left(\frac{2I + 2I + 3I + 4I + 5I}{6} \right) = \left(\frac{16I}{6} \right) = \left(\frac{8I}{3} \right)$$

$$\frac{8I}{3} \cdot \frac{1}{4 \cdot 10^9} = \frac{2I}{3 \cdot 10^9} = \frac{21}{3} \cdot 10^{-9}$$

$$= \frac{8I}{3} \cdot \frac{1}{4 \cdot 10^9} = \frac{2I}{3 \cdot 10^9} = \frac{21}{3} \cdot 10^{-9}$$

tempo de execução do $P_1 = \frac{21}{3} \text{ ms}$

$$P_2: \left(\frac{22I}{6} \right) = \left(\frac{11I}{3} \right) = \frac{11I}{3} \cdot \frac{1}{6 \cdot 10^9} = \frac{11I}{18 \cdot 10^9}$$

$$= \frac{11I}{18} \cdot 10^{-9} = \frac{11I}{18} \text{ ms}$$

Quão mais rápido P_2 é?

$$vel = \left(\frac{21}{3} / \frac{11I}{8} \right) = \frac{21}{3} \cdot \frac{8}{11I} = \frac{I}{3} \cdot \frac{11I}{4} = \frac{11}{12}$$

$$\approx 0.916 //$$

O computador P_2 é 0.916 vezes mais rápido (então não...)

para o caso b:

$$P_1: TE = \left(\frac{2I + 2I + 3I + 4I + 5I}{6} \right) = \left(\frac{16I}{6} \right) = \left(\frac{8I}{3} \right) \\ \frac{8I}{3} \cdot \frac{1}{4 \cdot 10^9} = \frac{2I}{3 \cdot 10^9} = \frac{2I}{3} \cdot 10^{-9} = \frac{2I}{3} \text{ ms}$$

$$P_2: \left(\frac{16I}{6} \right) = \left(\frac{8I}{3} \right) = \frac{8I}{3} \cdot \frac{1}{6 \cdot 10^9} = \frac{8I}{18 \cdot 10^9} = \frac{8I}{18} \cdot 10^{-9} \\ = \frac{8I}{18} \text{ ms}$$

Quão mais rápido P_2 é?

$$\text{vel} = \left(\frac{2I}{3} \right) / \left(\frac{8I}{18} \right) = \frac{2I}{3} \cdot \frac{18}{8I} = \frac{I}{1} \cdot \frac{6}{4I} \\ = \frac{6}{4} = 1.5 //$$

O computador P_2 é 1.5 vezes mais rápido que P_1

Questão 1.6.6

parte a:

Utilizando os tempos de execução da questão anterior

P_1 e P_2 com a mesma performance ($21/3$ ns)

$$\frac{21}{3} = \frac{111}{18 \text{ clock}} = 18 \text{ clock} = \frac{3}{21} \cdot 111$$

$$\text{clock} = \frac{3 \cdot 11}{2 \cdot 18} = \frac{\text{clock} = 33}{36}$$

Para possuírem a mesma performance a frequência de P_1 deve estar:

$$\approx \underline{\underline{0.9166 \text{ GHz}}}$$

Parte b: $\frac{21}{3} = \frac{81}{18 \text{ clock}} = 18 \text{ clock} = \frac{3}{21} \cdot 181$

$$\text{clock} = \left(\frac{3 \cdot \cancel{18}}{2 \cdot \cancel{18}} \right) = \text{clock} = \frac{3}{2} \approx 1.5$$

Possui a mesma performance quando a freq. de $P_1 = \underline{\underline{1.5 \text{ GHz}}}$

Questão 1.8.1

Potência = carregamento capacitivo \times tensão² \times clock

a:

$$P_1 = C_1 \cdot (1.75)^2 \cdot 1.5$$

$$P_2 = C_2 \cdot (1.2)^2 \cdot 2$$

Se a potência da versão 2 é 10% a menos que a 1, temos

$$P_2 = 0.9 P_1$$

$$\text{Logo, } C_2 \cdot (1.2)^2 \cdot 2 = 0.9 \cdot (C_1 \cdot (1.75)^2 \cdot 1.5)$$

$$\Rightarrow C_2 \cdot 2.88 = 0.9 \cdot (C_1 \cdot 4.59)$$

$$\Rightarrow C_2 \cdot 2.88 = 4.131 C_1$$

$$\Rightarrow C_2 = \frac{4.131}{2.88} C_1 \Rightarrow \underline{C_2 = 1.43 C_1} //$$

O carregamento capacitivo varia 1.43 vezes se reduzido em 10%.

$$b) P_1 = C_1 \cdot (1.1)^2 \cdot 3 ; P_2 = C_2 \cdot (0.8)^2 \cdot 4, \quad P_2 = 0.9 \cdot P_1$$

$$C_2 \cdot (0.64) \cdot 4 = 0.9 (C_1 \cdot (1.21) \cdot 3) =$$

$$C_2 \cdot 2.56 = 0.9 (C_1 \cdot 3.63)$$

$$C_2 = \frac{3.267}{2.56} C_1 \Rightarrow \underline{C_2 = 1.27 C_1} //$$

O carregamento capacitivo varia 1.27 vezes se reduzido em 10%.

Questão 1.8.2

a)

$$P_2 = C_2 \cdot (1.2)^2 \cdot 2$$

$$P_1 = C_1 \cdot (1.75)^2 \cdot 1.5$$

Como a capacidade de carregamento não muda

$$C = C_1 = C_2$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{C \cdot (1.2)^2 \cdot 2}{C \cdot (1.75)^2 \cdot 1.5} = \frac{1.44 \cdot 2}{3.06 \cdot 1.5} = \frac{2.88}{4.59} = 0.62$$

~~$P_2 \approx 0.62 P_1$~~ potencia reduzida em 0.62 vezes em relação a P_1 .

$$b) P_1 = C_1 \cdot (1.1)^2 \cdot 3$$

$$P_2 = C_2 \cdot (0.8)^2 \cdot 4$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{C \cdot (0.8)^2 \cdot 4}{C \cdot (1.1)^2 \cdot 3} = \frac{0.64 \cdot 4}{1.21 \cdot 3} = \frac{2.56}{3.63} = 0.71$$

$$P_2 = 0.71 P_1 //$$

Questão 1.8.3

a:

$$C_2 = 0.8 C_1$$

$$P_2 = 0.6 P_1$$

$$P_1 = C_1 \cdot (1.75)^2 \cdot 1.5$$

$$P_2 = C_2 \cdot (V)^2 \cdot 2 \quad \dots \text{substituindo } P_2 = 0.6 P_1, \text{ temos:}$$

$$0.6 P_1 = C_2 \cdot V^2 \cdot 2 = 0.6 P_1 = 0.8 C_1 \cdot V^2 \cdot 2$$

Substituindo na equação de P_1 , temos:

$$0.6 \cdot (1.75)^2 \cdot 1.5 = 0.8 \cdot V^2 \cdot 2$$

$$0.6 \cdot 3.06 \cdot 1.5 = 1.6 V^2, \text{ logo, } V^2 = \frac{2.754}{1.6} \Rightarrow V^2 = 1.72$$

$$\underline{V \approx 1.31} \quad \leftarrow \text{a voltagem de } P_2$$

$$b: P_1 = C_1 \cdot (1.1)^2 \cdot 3, P_2 = C_2 \cdot (V)^2 \cdot 4$$

$$0.6 P_1 = C_2 \cdot V^2 \cdot 4; 0.6 P_1 = 0.8 C_1 \cdot V^2 \cdot 4$$

$$0.6 \cdot (1.1)^2 \cdot 3 = 0.8 \cdot V^2 \cdot 4$$

$$0.6 \cdot 3.3 \cdot 3 = 3.2 V^2, \text{ logo } V^2 = \frac{5.94}{3.2} \Rightarrow V^2 = 1.85$$

$$\underline{V \approx 1.36} \quad \leftarrow \text{a voltagem de } P_2$$