

命令の実行性能



命令の実行性能は何で決まるのか
1秒あたり、命令を何個実行できるか



命令の実行性能は何で決まるのか

1秒あたり、命令を何個実行できるか

↑↓ 同じこと（逆数）

1つの命令実行に何秒かかるか

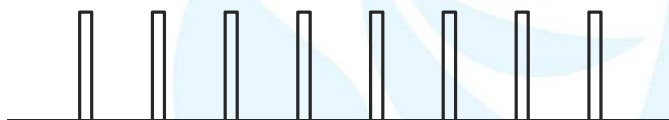
$$\text{1秒当り実行する命令数} = \frac{1}{\text{1命令当りの実行時間}}$$

（脱線）クロック

コンピュータはクロック信号で
全体が一斉に動作する

あたかも兵隊の行進のように
1・2・1・2と進む

そのリズムを刻むのが「クロック」信号



命令の実行性能は何で決まるのか

1つの命令実行に何秒かかるか



命令の実行性能は何で決まるのか

1つの命令実行に何秒かかるか



1つの命令実行にかかるクロック数
×
1つのクロック刻みの時間

命令の実行性能は何で決まるのか

1つの命令実行に何秒かかるか



CPIと言う

1つの命令実行にかかるクロック数

×

1つのクロック刻みの時間

6

命令の実行性能は何で決まるのか

1つの命令実行に何秒かかるか

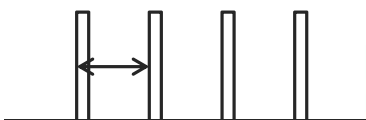


1つの命令実行にかかるクロック数

×

1つのクロック刻みの時間

1/クロック周波数



7

CPI Cycles Per Instruction

1つの命令実行にかかるクロック数

8



CPI Cycles Per Instruction

1つの命令実行にかかるクロック数

イメージは
1命令の実行サイクルは
読出し・解釈・実行 とすると
それぞれが1クロックで出来るなら
1命令は3クロックで終わる



9



命令実行にかかる時間

CPIが3（1命令が3クロック）で
クロックが1ギガヘルツだと？

10

命令実行にかかる時間

CPIが3（1命令が3クロック）で
クロックが1ギガヘルツだと？

$$\begin{aligned} 1 \text{ クロックの時間} &= 1 / (1 \text{ ギガ}) \text{ (秒)} \\ &= 1 / 10^9 = 10^{-9} \text{ (秒)} \end{aligned}$$

11

命令実行にかかる時間

CPIが3 (1命令が3クロック)で
クロックが1ギガヘルツだと?

$$\begin{aligned} 1 \text{ クロックの時間} &= 1 / (1 \text{ ギガ}) \text{ (秒)} \\ &= 1 / 10^9 = 10^{-9} \text{ (秒)} \end{aligned}$$

キロ	~	10^3	ミリ	~	10^{-3}
メガ	~	10^6	マイクロ	~	10^{-6}
ギガ	~	10^9	ナノ	~	10^{-9}
テラ	~	10^{12}	ピコ	~	10^{-12}

12



東邦大学

命令実行にかかる時間

CPIが3 (1命令が3クロック)で
クロックが1ギガヘルツだと?

$$\begin{aligned} 1 \text{ クロックの時間} &= 1 / (1 \text{ ギガ}) \text{ (秒)} \\ &= 1 / 10^9 = 10^{-9} \text{ (秒)} \end{aligned}$$



13



東邦大学

命令実行にかかる時間

CPIが3 (1命令が3クロック)で
クロックが1ギガヘルツだと?

$$\begin{aligned} 1 \text{ クロックの時間} &= 1 / (1 \text{ ギガ}) \text{ (秒)} \\ &= 1 / 10^9 = 10^{-9} \text{ (秒)} \end{aligned}$$



$$\text{命令実行にかかる時間} = 3 \times 10^{-9} \text{ (秒)}$$



CPUの性能としては?

1秒当り実行できる命令の数



CPUの性能としては？

1 秒当り実行できる命令の数
= $1 / \text{命令にかかる時間}$

16

CPUの性能としては？

1 秒当り実行できる命令の数
= $1 / \text{命令にかかる時間}$

CPIが3 (1命令が3クロック)で
クロックが1ギガヘルツだと？

17

CPUの性能としては？

$$\begin{aligned} &1 \text{ 秒当り実行できる命令の数} \\ &= 1 / \text{命令にかかる時間} \end{aligned}$$

CPIが3 (1命令が3クロック)で
クロックが1ギガヘルツだと？

$$\text{命令実行にかかる時間} = 3 \times 10^{-9} \text{ (秒)}$$

CPUの性能としては？

$$\begin{aligned} &1 \text{ 秒当り実行できる命令の数} \\ &= 1 / \text{命令にかかる時間} \end{aligned}$$

CPIが3 (1命令が3クロック)で
クロックが1ギガヘルツだと？

$$\text{命令実行にかかる時間} = 3 \times 10^{-9} \text{ (秒)}$$

$$\begin{aligned} &1 \text{ 秒当り実行命令数} = 1 / (3 \times 10^{-9}) \\ &= \end{aligned}$$

CPUの性能としては？

1 秒当り実行できる命令の数
= $1 / \text{命令にかかる時間}$

CPIが3 (1命令が3クロック)で
クロックが1ギガヘルツだと？

命令実行にかかる時間 = 3×10^{-9} (秒)

1 秒当り実行命令数 = $1 / (3 \times 10^{-9})$
= 333×10^6 (命令/秒)



MIPS



MIPS

1 秒当り実行できる命令の数を
100万 (10^6) を単位にしたもの



MIPSと呼ぶ

MIPS

1 秒当り実行できる命令の数を
100万 (10^6) を単位にしたもの



MIPSと呼ぶ

前の問題では

$$\begin{aligned} \text{1 秒当り実行命令数} &= 1 / (3 \times 10^{-9}) \\ &= 330 \times 10^6 \text{ (命令/秒)} \\ &= \end{aligned}$$

MIPS

1 秒当り実行できる命令の数を
100万 (10^6) を単位にしたもの



MIPSと呼ぶ

前の問題では

$$\begin{aligned} \text{1 秒当り実行命令数} &= 1 / (3 \times 10^{-9}) \\ &= 330 \times 10^6 \text{ (命令/秒)} \\ &= 330 \text{ MIPS} \end{aligned}$$

(脱線 1) CPIの値

(脱線1) CPIの値

全ての命令が同じクロック数だけ
かかるとは限らない

26

(脱線1) CPIの値

全ての命令が同じクロック数だけ
かかるとは限らない

長くかかる命令も、
短くて済む命令も、ある

27

(脱線1) CPIの値

全ての命令が同じクロック数だけ
かかるとは限らない

長くかかる命令も、
短くて済む命令も、ある



ならば、いろいろな命令の平均値を取る？

(脱線1) CPIの値

全ての命令が同じクロック数だけ
かかるとは限らない

長くかかる命令も、
短くて済む命令も、ある



ならば、いろいろな命令の平均値を取る？
よく出る命令と滅多にない命令がある

(脱線1) CPIの値

全ての命令が同じクロック数だけ
かかるとは限らない

長くかかる命令も、
短くて済む命令も、ある



ならば、いろいろな命令の平均値を取る？
よく出る命令と滅多にない命令がある



出現頻度による「加重平均」を取る



30

(脱線1) CPIの値(例題)

命令ごとの出現頻度と、これを実行するプロセッサの
実行クロック数を表に示す。このテストプログラムに
おける CPI は幾らか。(基本情報H18春)

命令	出現頻度(%)	実行クロック数
転送	50	1
演算	30	2
分岐	20	5

- ① 0.48 ② 0.69 ③ 2.10 ④ 2.67



31

(脱線 1) CPIの値(例題)

加重平均、つまりそれぞれの命令種類について出現頻度をかけた値を求め、その総和を求める

命令	出現頻度(%)	実行クロック数
転送	50	1
演算	30	2
分岐	20	5

$$1 \times 0.5 + 2 \times 0.3 + 5 \times 0.2 = 2.1 \quad \text{となる}$$

(脱線 2) MIPS値でのCPU評価

(脱線 2) MIPS値でのCPU評価

MIPS値はCPU単体の処理性能である

34



(脱線 2) MIPS値でのCPU評価

MIPS値はCPU単体の処理性能である

周りの（特にメモリ）条件は無視

35



(脱線 2) MIPS値でのCPU評価

MIPS値はCPU単体の処理性能である
周りの（特にメモリ）条件は無視

例えば、命令を読出す速さが遅いと
命令ごとにその時間余分にかかる

(脱線 2) MIPS値でのCPU評価

MIPS値はCPU単体の処理性能である
周りの（特にメモリ）条件は無視

例えば、命令を読出す速さが遅いと
命令ごとにその時間余分にかかる

例えば、データを読出す速さが遅いと
データの読書きごとに余分にかかる

(脱線 2) MIPS値でのCPU評価

MIPS値はCPU単体の処理性能である
周りの（特にメモリ）条件は無視

なので、MIPS値でCPUの評価をすると
実体を反映しない可能性が大

目安程度にしかならないと言われる

演習

すべての命令を各々 2クロックで実行する
コンピュータがある。
このコンピュータが10MHzで動作している
場合のCPIを計算しなさい

演習(答)

すべての命令を各々 2 クロックで実行するコンピュータがある。
このコンピュータが10MHzで動作している場合のCPIを計算しなさい

CPIは2である

「10MHzで動作している場合」はCPIには関係ない。1命令の実行にかかるサイクル数(クロック数)がCPIである。



40

演習

50 MIPS のプロセッサの平均命令実行時間は幾らか。(基本情報H18春20)

- | | |
|-----------|-----------|
| ① 20 ナノ秒 | ② 50 ナノ秒 |
| ③ 2 マイクロ秒 | ④ 5 マイクロ秒 |



41

演習(答)

50 MIPS のプロセッサの平均命令実行時間は幾らか。(基本情報H18春20)

- ① 20 ナノ秒 ② 50 ナノ秒
③ 2 マイクロ秒 ④ 5 マイクロ秒

50MIPSとは、1秒間に 50×10^6 命令を実行することである。

1命令にかかる時間は $1/(50 \times 10^6)$ 秒であるから 20×10^{-9} 秒 つまり ① 20 ナノ秒

演習

平均命令実行時間が 0.2 マイクロ秒のコンピュータがある。このコンピュータの性能は何 MIPS か。(基本15秋20)

- ① 0.5 ② 1.0 ③ 2.0 ④ 5.0

演習(答)

平均命令実行時間が 0.2 マイクロ秒のコンピュータがある。このコンピュータの性能は何 MIPS か。(基本情報H15秋20)

- ① 0.5 ② 1.0 ③ 2.0 ④ 5.0

1命令の実行時間が 0.2 マイクロ秒つまり 0.2×10^{-6} 秒であるから、1秒当り実行する命令の数は $1 / (0.2 \times 10^{-6}) = (1/0.2) \times (1/10^{-6}) = 5 \times 10^6$ つまり ④ 5 MIPSとなる

演習

ある CPU の CPI が 3 であり、その CPU に 3GHz のクロックを与えたとき、1つの命令の実行にかかる時間は (正しいものを選び)

- ① 1 ナノ秒 ② 9 ナノ秒
③ 1 マイクロ秒 ④ 9 マイクロ秒

演習(答)

ある CPU の CPI が 3 であり、
その CPU に 3GHz のクロックを与えたとき、
1つの命令の実行にかかる時間は
(正しいものを選び)

- ① 1 ナノ秒 ② 9 ナノ秒
③ 1 マイクロ秒 ④ 9 マイクロ秒

1 命令を実行するクロック数(CPI)が3である。
3GHzのクロックは1刻みが $1/(3 \times 10^9)$ 秒、つまり1/3ナノ秒なので、3刻みなら① 1ナノ秒。

命令の実行性能のまとめ

CPIとは

の略で
1 あたりの である

MIPS値とは

1 あたりの である

CPIと が与えられれば

MIPS = で
計算できる

命令の実行性能のまとめ

CPIとは

Cycles Per Instruction の略で
1 []あたりの []である

MIPS値とは

1 []あたりの []である

CPIと []が与えられれば
MIPS = []で
計算できる

命令の実行性能のまとめ

CPIとは

Cycles Per Instruction の略で
1 命令あたりの []である

MIPS値とは

1 []あたりの []である

CPIと []が与えられれば
MIPS = []で
計算できる

命令の実行性能のまとめ

CPIとは

Cycles Per Instruction の略で
1 命令あたりの クロック数 である

MIPS値とは

1 []あたりの [] である

CPIと [] が与えられれば

MIPS = [] で
計算できる

50

命令の実行性能のまとめ

CPIとは

Cycles Per Instruction の略で
1 命令あたりの クロック数 である

MIPS値とは

1 秒あたりの [] である

CPIと [] が与えられれば

MIPS = [] で
計算できる

51

命令の実行性能のまとめ

CPIとは

Cycles Per Instruction の略で
1 命令あたりの クロック数 である

MIPS値とは

1 秒あたりの 実行する命令数 である

CPIと が与えられれば
MIPS = で
計算できる

52



命令の実行性能のまとめ

CPIとは

Cycles Per Instruction の略で
1 命令あたりの クロック数 である

MIPS値とは

1 秒あたりの 実行する命令数 である

CPIと が与えられれば
MIPS = で
計算できる

53



命令の実行性能のまとめ

CPIとは

Cycles Per Instruction の略で
1 命令あたりの クロック数 である

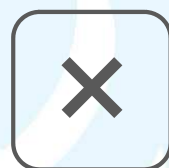
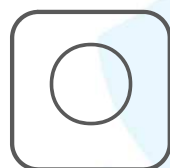
MIPS値とは

1 秒あたりの 実行する命令数 である

CPIとクロック周波数が与えられれば
$$\text{MIPS} = \frac{\text{クロック周波数}}{\text{CPI}}$$
 で
計算できる

54

命令の実行性能の考え方について
分かりましたか？



↓
次へ

55