



東邦大学

いのち  
生命の科学で未来をつなぐ

# 命令の実行性能



# 命令の実行性能は何で決まるのか



東邦大学

# 命令の実行性能は何で決まるのか

毎秒あたり、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

毎秒あたり、命令を何個実行できるか

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

毎秒あたり、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

×



# 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 という

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

# 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

# CPI Cycles Per Instruction

1つの命令実行にかかるクロック数

# 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



# 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？

# 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？

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

# 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？

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





# 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  
=  $1 / \text{命令にかかる時間}$

# 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？

# 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 =  $3 \times 10^{-9}$  (秒)

# 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 =  $3 \times 10^{-9}$  (秒)

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

# 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 =  $3 \times 10^{-9}$  (秒)

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



# MIPS



東邦大学



# 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

# (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

## (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



## (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

# (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

(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

## (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。

# 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

## 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 $50 \times 10^6$ 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  $20 \times 10^{-9}$ 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  $0.2 \times 10^{-6}$  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

$\frac{\text{命令数}}{\text{クロック数}}$  の略で  
1  $\text{クロック}$  あたりの  $\text{命令数}$  である

MIPS値とは

1  $\text{マイクロ秒}$  あたりの  $\text{命令数}$  である

CPIと  $\text{クロック数}$  が与えられれば

$\text{MIPS} = \frac{\text{命令数}}{\text{クロック数} \times 10^{-6}}$  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

# 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

# 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

# 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

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

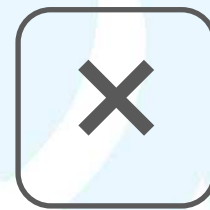
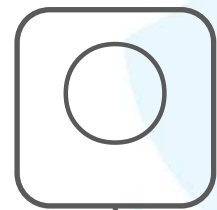
MIPS値とは

1 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

命令の実行性能の考え方について  
分かりましたか？



↓  
次へ