

ICT リテラシー (情報技術論) A/B

-- コンピュータの動作原理 --

栗野 俊一

講義内容の静止画・動画での撮影、及び SNS 等への転載を固く
禁じます

2022/06/20 ICT リテラシー (情報技術論) A/B

伝言

私語は慎むように !!

□ 席は自由です

- できるだけ前に詰めよう
- コロナ対策のために、ソーシャルディスタンスをたもとう

□ 色々なお知らせについて

- 栗野の Web Page に注意する事

<http://edu-gw2.math.cst.nihon-u.ac.jp/~kurino>

- google で「kurino」で検索

前回の復習

ICT リテラシー (情報技術論) A/B

前回の復習

講義内容の静止画・動画での撮影、及び SNS 等への転載を固く禁じます

前回の復習

□ 前回の復習：コンピュータの基本構造

○ コンピュータの歴史：数の表現手段と実現手段の変化

- ▶ 電子化：数値を「電子操作」で表現 -> 速度が桁違い改良される
- ▶ ノイマン型：プログラムとデータがメモリ上に -> 万能性の獲得
- ▶ 半導体の導入：更に、小型化、高速化、安定化を得る

○ コンピュータの種類：規模と用途

- ▶ コンピュータは色々な用途で用いられている

○ コンピュータの機能：演算, 制御, 記憶, 入力, 出力

○ パソコンの内部構成：M/B, CPU, Main Memory

○ 記憶装置：情報を記録する装置 (キャッシュ/メモリ/ハードディスク)

- ▶ 速度と容量のトレードオフ (cf. パレートの法則)

○ 演算装置：演算機能と制御機能を持つ

今回の概要

ICT リテラシー (情報技術論) A/B

今回の概要

講義内容の静止画・動画での撮影、及び SNS 等への転載を固く禁じます

本日(2022/06/20)の予定

□ 本日(2022/06/20)の予定

○ 講義：コンピュータの動作原理

- ▷ 演算処理の原理 (Text p.51, 4.1 節)
- ▷ 論理素子の歴史 (Text p.52, 4.2 節)
- ▷ 論理素子の動作原理 (Text p.52, 4.3 節)
- ▷ 論理回路 (Text p.54, 4.4 節)
- ▷ 基数 (Text p.55, 4.5 節)
- ▷ 2進数と10進数の変換 (Text p.56, 4.6 節)
- ▷ 桁数の多い足し算 (Text p.58, 4.7 節)
- ▷ 引き算 (Text p.58, 4.8 節)
- ▷ 掛け算・割り算 (Text p.59, 4.9 節)
- ▷ 数学関数 (Text p.59, 4.10 節)

今日(2022/06/20)の目標

□ 今日(2022/06/20)の目標

○ 講義

- ▶ デジタルコンピュータの動作原理について学ぶ
- ▶ チューリングマシン
- ▶ 電気回路と数値の関係
- ▶ 二進法と十進法

本日の課題 (2022/06/20)

□ 前回の課題

- Web Class「小テスト-08」

□ 今週 (2022/06/20) の課題

- Web Class「小テスト-09」

コンピュータの動作原理

ICT リテラシー (情報技術論) A/B

コンピュータの動作原理

講義内容の静止画・動画での撮影、及び SNS 等への転載を固く禁じます

演算処理の原理

□ 演算処理の原理 (Text p.51, 4.1 節)

○ チューリングマシン (TM) : CPU の動作原理の数学的なモデル

- ▶ テープ : 左右に無限続く、書き換え可能なマスの並び (メモリ)
- ▶ 有限制御部(オートマトン) : マスを指すヘッドをもち、現在の状態とマスの記号から次の動作(状態変化、ヘッドの移動、マスの書き換え)を決める (CPU)
- ▶ テープの内容や、動作規則によって TM の振舞い(機能:何を計算するか)が決る

○ TM による計算可能性

- ▶ 計算可能なもの(とおぼしきもの..)には、それを実際に計算する TM が存在する

○ 万能 TM

- ▶ ある TM' (万能 TM) が存在し、任意の TM に対して、テープの工夫だけで、それと同じ機能を持つ
- ▶ (証明の概要) 元の TM の機能を TM' のテープ上に実現 (プログラム) / 計算対象(データ)もテープ上にある

○ ノイマン型と TM

- ▶ TM の事をノイマンが知っていて、コンピュータの設計に利用した

○ TM の限界 : フォン・ノイマンボトルネック

- ▶ ヘッドが一つ (逐次処理をしている) [cf. 人間の脳は並列処理]

論理素子

□ 論理素子の歴史 (Text p.52, 4.2 節)

○ 増幅機能：信号を別の入力で増幅する機能 -> スイッチとして利用可能

▶ 真空管/トランジスタ/IC (Integrated Circuit) / LSI (Large Scale Integration) / VLSI

□ 論理素子の動作原理 (Text p.52, 4.3 節)

○ 真空管：グリッドの電位によって、カソードからプレートへの電流を制御

▶ ヒータで温めた熱電子を電圧を掛けて、真空の中に飛す

○ ダイオード：p 型と n 型の半導体の接合により、一方向にしか電流を流さない

▶ 両端の電圧の高さの違いによって、通したり通さなかったりする

○ トランジスタ：ダイオードを逆むきに二つ継いだもの

▶ コレクタ(C)からエミッタ(E)への電流がベース(B)からEへの電流の変化に追従

○ IC (integrated circuit)：一枚のシリコン板の上に色々な素子を実現し回路を作る

▶ 回路構成が「配線(半田付け)」から、印刷へ移行 (大量生産が簡単に..)

○ LSI (Large Scale Integration)：大規模集積回路

▶ IC の集積化 (印刷/設計技術の発展)

論理回路

□ 論理回路 (Text p.54, 4.4 節)

- スイッチ機能：電流の On/Off を行う仕組み (増幅装置で実現可能)
- スイッチ(On/Off)と論理(真/偽)と0/1
 - ▷ On：電流が流れる => 真 [1]
 - ▷ Off：電流が流れない => 偽 [0]
- スイッチと回路によって、論理演算の機能を実現できる
 - ▷ 複数のスイッチ(論理値)に対して、全体としての論理値を定める仕組み

□ 論理演算

- 論理和 (OR) : $P \mid Q \rightarrow P$ と Q のどちらか一方が On なら On、それ以外は Off
- 論理積 (AND) : $P \& Q \rightarrow P$ と Q の両方が On なら On、それ以外は Off
- 否定 (NOT) : $\sim P$: P が Off なら On、それ以外は Off

□ ハーフ加算器：論理演算回路の組み合わせで、1 桁同士の足し算が実現可能

- ハーフ加算器を組み合わせる事により、複数 bit の数の加算が可能になる

基数

□ 基数 (Text p.55, 4.5 節)

○ n 進法 : $n (> 1)$ 個の記号で(一桁の)数を表現し、足りなくなった桁上げる

▶ 二進法 : 二個の記号 (0, 1) で数を表現 (計算機の基本)

▶ 十進法 : 十個の記号 (0 ~ 9) で数を表現 (人間の基本)

▶ 十六進法 : 十六の記号 (0 ~ 9, A ~ F) で数を表現 (二進法の 4 桁を纏めた)

○ 2進数と10進数の変換 (Text p.56, 4.6 節)

▶ 二進数 \Rightarrow 十進数 : 位の重みを足す

▶ 十進数 \Rightarrow 二進数 : 2 で割った余りを逆順に並べる

○ 丸め誤差 : 十進数の有限小数が、二進数の無限小数になる事がある \Rightarrow 切り捨て(丸め)がおきる

数の計算

□ 桁数の多い足し算 (Text p.58, 4.7 節)

- 一桁の足し算と桁上がりの処理ができれば、何桁の足し算でも計算できる

- ▶ ハーフ加算器/全加算器/加算器

□ 引き算 (Text p.58, 4.8 節)

- 補数 (逆数) を利用

- ▶ 引き算を、補数の計算と足し算で実現

- 1 の補数 : bit の on/off (0/1) を反転する

- 2 の補数 : 1 の補数に 1 を加えたもの

□ 掛け算・割り算 (Text p.59, 4.9 節)

- ビットシフト ($\times 2$, $\times (1/2)$) を利用して、繰返して実現

□ 数学関数 (Text p.59, 4.10 節)

- テイラー展開により、(無限次元の)多項式の計算にて実現できる

- ▶ 打ち切り誤差 : 有限次元の多項式で近似

おしまい

ICT リテラシー (情報技術論) A/B

おしまい

講義内容の静止画・動画での撮影、及び SNS 等への転載を固く禁じます