

デジタル信号 デジタル回路

工学部 機械知能工学科

熊谷 正朗

kumagai@mail.tohoku-gakuin.ac.jp

東北学院大学工学部
ロボット開発工学研究室 RDE

今回の到達目標

- デジタルによる信号表現と処理の基礎
 - ◇ デジタルの利点を説明できる。
 - ・ アナログと比較しての **信号の耐性**
 - ◇ 2値論理と論理演算について説明できる
 - ・ デジタルによる処理の基礎
 - ・ 論理和(OR) / 論理積(AND) / 否定(NOT)
 - ◇ スイッチによるデジタル回路を説明できる。
 - ・ シーケンス回路の基礎
 - ・ 真理値表とタイミングチャート

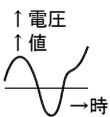
アナログとデジタル(再)



※針と数字の違いではない

○概要

- ◇ **アナログ信号**による情報・信号の表現
 - ・ アナログは **電圧の大きさ**などをそのまま情報の値としてとして使う。
 - ・ **値は連続的**なものと解釈する。
 - 1.00000Vと1.00001Vは異なる値



- ◇ **デジタル信号**による情報・信号の表現
 - ・ 電圧の高低などは **はっきりした状態の違い**で表す数種(一般に2種)の値のみを使う。



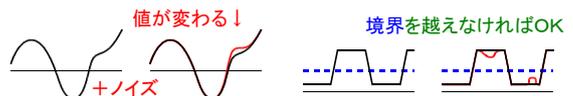
アナログとデジタル

アナログ: 連続

デジタル: 大小OnOff(2値)

○デジタルの強さ

- ◇ **ノイズが混入しても値が変化しにくい**
 - ・ アナログ: ノイズで値が変わる
 - ・ デジタル: ノイズが境界に達しなければ値は変化しない = **影響を受けにくい**
 - 回路の **扱いやすさ、正確さ**



デジタルによる値表現

○デジタルを表すための物理的状态

- ◇ **電圧の高低** ※3値デジタルの例: -/0/+
 - ・ 一般的なデジタル回路 (コンピュータ等)
 - 例) 約0[V] ~ <境界: 約2.5[V]> ~ 約5[V]
 - 0 ~ <1.6> ~ 3.3, 0 ~ <1.2> ~ 2.5 など
- ◇ **スイッチのオン・オフ** / 電流の **有無** (産業機械)
 - ・ スイッチ回路、リレーで **シーケンス回路** など
 - ・ スイッチ + 電源 + 流す先

デジタルによる値表現

○複数の値をセットで使う必要

- ◇ 1本の線では、**2通り**の値しか表現できず
 - ※一般的な2値デジタルの場合
- ◇ **多値**を表すには、複数の値をセットで使う
 - ・ 複数の配線をセットで使う (パラレル型)
 - ・ 1本の線で **時間と共に変化** (シリアル型)
- ◇ n個の値 = **nビット** → (2のn乗) 種類の表現



デジタルによる値表現

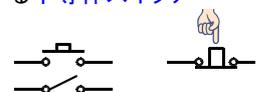
○デジタル値の使い方とビット数

- ◇ nビット = 2ⁿ 種類の値を **何かに対応づけて使う**
 - 例) 正の整数 正負の整数 小数
 - 文字 機械の状態(停止/準備/運転など)
- ◇ 表したい種類の多さで **ビット数**が決まる
 - ・ 8ビット: 256種類
 - 0 ~ 255, -128 ~ 127, アルファベット + 数字
 - ・ 16ビット: 65536種類
 - 0 ~ 65535, -32768 ~ 32767, 漢字

デジタル回路

○デジタル信号の線 + 状態変化の素子

- ◇ 一般的デジタル回路
 - ・ 電圧の高低に反応する **半導体スイッチ**
 - 後期
- ◇ **スイッチ**
 - ・ オンになるスイッチ、オフになるスイッチ
- ◇ **リレー**
 - ・ 電磁石でオンになる/オフになるスイッチ
 - スイッチで電流の有無 → 電磁石 → スイッチ



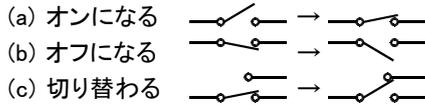
デジタル回路

○リレー

◇電磁石+スイッチ



・入力にあたる電磁石に電流を流す→



※(a) a接点(N/O) (b) b接点(N/C) (c) c接点(C/N/O/N/C)
 ※N/O:NormallyOpen(通常開)/N/C:Close/C:Common(共通)

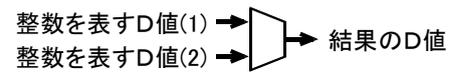
・一つの電磁石で1~4組の接点と同時に変わる(製品による)。

デジタル回路

○デジタル回路で実現すべきこと

◇デジタル値 → デジタル値 (組み合わせ回路)

・たとえば、整数+整数→整数、という計算



・表している内容に即した値の変換をする

※正整数用、正負整数用、小数用がすべて異なる回路

◇値の記憶 (アナログでは難しい)

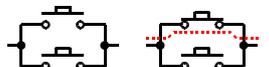
・デジタルの利点の一つ

デジタル回路: 基本演算

○すべてのデジタル回路の元

◇論理和 OR

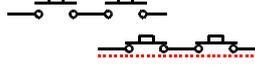
・どちらかONなら
結果がONになる



※両方ONでも可

◇論理積 AND

・両方ともONなら
結果がONになる



◇否定 NOT

・ON/OFFが逆に

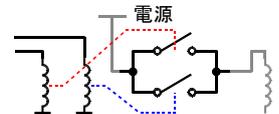


デジタル回路: 基本演算

○すべてのデジタル回路の元 (リレー)

◇論理和 OR

・どちらか通電なら
結果がONになる



◇論理積 AND

・両方とも通電なら
結果がONになる



◇否定 NOT

・通電するとOFFに

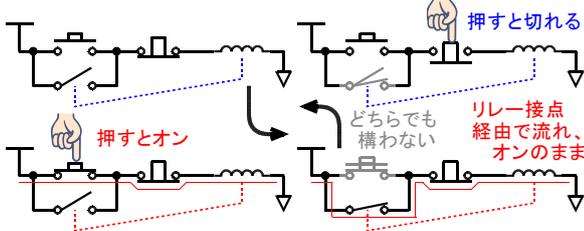


デジタル回路: 記憶

○値の保持=デジタルの優位点のひとつ

◇自己保持回路

・自分で自分をオンに保つ仕掛け

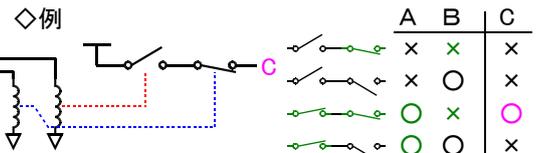


デジタルの動作の表現

○真理値表 (組み合わせ回路の表現)

◇入力のパターンに対する出力の表

・n本の入力→ 2^n の行数 (まとめることあり)



・Aに電流が流れる(○)と対応する接点がおん
 ・Bに電流が流れると接点がおふ=流れなければおん(×)

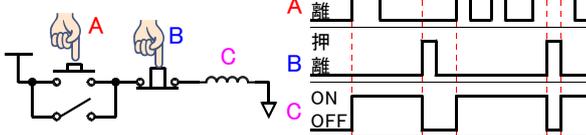
デジタルの動作の表現

○タイミングチャート (順序回路の表現)

◇時間とともに変化する信号のレベル

・動作の順序などを表現

◇例



・時間変化が表現できる
 ・全部を示すのが難しい

デジタル回路の理解

○難しくはないが、量が多い

◇基本ルールの少なさ → 部分の理解は楽

・基本演算の少なさ
 ・根本的な構成部品の種類の少なさ

◇規模が大きく、要素数、配線数が多い

・1要素、1配線でできることが少ないため。
 ・気合いと根性で読み取る、やればできる。
 ・設計解は無数にある → 最適化が重要。