ES：03_入出力装置

代表的な入出力装置

- 温度センサ
  - 温度によって抵抗値が大きく変化する抵抗体の特性を利用した温度センサである：サーミスタ：Thermistor
    - 温度が上昇すると抵抗値が増加するもの：PTC：Positive Temperature Coefficient
    - 実利用上一番多い　温度が上昇すると抵抗値が減少するもの：NTC：Negative Temperature Coefficient
    - 特定の温度で抵抗値が急激に変化するもの：CTR：Critical Temperature Resistor
  - 異なる種類の金属を接合し、温度によって接合部分に発生する熱起電力を測定することで温度を測る方法である：熱電対
    - 温度変化に対して安定性が高く、幅広い温度範囲の計測が可能である
  - 金属の電気抵抗が温度によって増加することを利用したセンサである。材料としては白金が採用される場合が多い、高精度の工業計測にもちいられる：測温抵抗体
  - 物体から放射される赤外線を測定し、温度を算出する方式のセンサである。測定対象に対して非接触で測定できることが特徴である：赤外線センサ
- エンコーダ：Encoder
  - 物理の位置などをけたんしゅつし、その結果をディジタル符号として出力するハードウェア
    - 回転方向の変位を測定するもの：ロータリエンコーダ：Rotary
    - 直線方向の変位を測定するもの：リニアエンコーダ：Linear
  - 出力データ種類
    - 機械的な位置の変化量をディジタル値で出力する。構造が簡単なため安価であるが、位置の絶対値を知るためには、電源投入時に初期化動作が必要である：インクリメンタルエンコーダ
      - 回転と共にパルスが出力され（例：一回転で90パルスを出力）、状態1度を表示できる＝角度分解能が度）。さらに、ある状態に対する両隣の状態は常に異なるため回転方向を検出することが可能：二相クロックエンコーダ
    - 機械的な位置の絶対値をディジタル値で出力する。電源投入時の初期化動作は不要であるが、構造が複雑なため高価である：アブソリュートエンコーダ
      - 例：角度分解能が度の場合、1から360全て表現するためのビット幅>log360（8.49）、1回転中の位置を一意に検出するのに必要なビット幅は9ビットとなる。且つ、複数回回転した時の回転数を保持するタイプもあり
- スイッチ
  - チャタリング除去技術
    - 機械的な接点をもつスイッチでは導通時、短い時間にオンとオフを繰り返す不安定な状態が存在する：チャタリング現象（chattering）：用語
    - コンデンサの容量を大きくすればよりノイズ波形を吸収することが可能だが、波形が緩やかになるため、そのり、スイッチの変化検出するまでの遅延が大きくなる：CR積分回路を用いた方法
    - 最初の信号の変化を入力信号の変化点として捉えるため、ほかの方式と比較してスイッチの変化を最もノイズ遮断で読み込むことができる：RSラッチを用いた方法
    - 最初の信号の変化を検出したあと、一定時間の間隔をおいて再度（OR複数回）信号の状態を確認する方法である：ソフトウェアによる方法
  - 多数のスイッチを接続する場合に、入出力ポートおよび配線を有効活用するために用いられる接続方法およびその制御方法である：マトリクススイッチ
  - 接点の経年劣化を避けると高速化等のため利用される。動作原理としては半導体の特性を利用したものや、静電容量によるものなどがある：無接点スイッチ
- 光学式装置
  - 発光ダイオード（LED）とフォトトランジスタを対向させ、一つのパッケージに封入した部品である：フォトカプラ：Photocoupler
    - DCモータなどで駆動される回転体の回転数計測や、物体の搬送検出などがある
    - 透過型
    - 反射型
  - 発光ダイオードとフォトトランジスタの間の光路における物体の有無を検出する部品：フォトインタラプタ：Photointerrupter
  - フォトダイオードを１列に配置し、各ダイオードのレベルを順に読み出して出力する光センサである：ラインセンサ
    - 画像の転送にCCDを用いるものはCCDラインセンサと呼ばれる。スキャナなど画像入力装置における原稿読み取り部分に用いられる
  - 印刷されているバーコードを光学的に読み取り、記録されている数値情報などのデータに変換して出力する装置である：バーコードリーダ
    - レーザ光を照射するタイプのバーコードリーダだで高速に読み取ることができる：1次元バーコード
    - 数千文字の格納も可能　画像パターン認識が必要：2次元バーコード
- 表示装置
  - 発光ダイオード（LED：Light Emitting Diode）
    - 多数桁の表示を行うために各素子にドライバを接続すると回路規模が大きくなるため、各桁を時分割で順次点灯するのはダイナミング駆動（刷新率が足りないとちらついてみる）：ダイナミック駆動
      - 例：カソードコメン型のダイナミック駆動？セグメントLED
    - 近頃青色の発光ダイオードが開発され、すでに実用されている赤色、緑色のものと合わせて光の3原色が揃ったため、フルカラーディスプレイにも用途が広がっている
    - 電流を流すと発光する半導体素子である。アノード（正極）とカソード（負極）をもち、この間に数ボルト（V：Volt）の電圧をかけることで発光する。一個一個制御が可能です。
      - 例：アノードコメン型の7セグメントLED
    - 用語
      - プラスの電圧を加える端子が共通になっているもの：アノードコモン
      - マイナス側の端子が共通になっているもの：カソードコモン
  - 液晶表示装置（LCD：Liquid Crystal Display）
    - 電圧をかけることで内部の結晶の配列が変化する性質を持つ物質（液晶）をガラス基板の間に封止し、両側に設置した電極に電圧をかけることにより光透過率や偏光の方向を外入、表示を行う
  - CRT：Cathode Ray Tube
    - 構造は簡単、応答性にも優れるが、表示する面の後ろに電子線をスキャンさせるための空間が必要であることで、体積と重量が大きくなる。次第に他方式の表示装置に取って代わられたようです
    - 蛍光体の塗布された面に順次電子銃で電子を当てて発光させる方式の表示装置である。いわゆるブラウン管のことである
  - 有機ELディスプレイ：organic Electroluminescence
    - 電圧をかけると発光する性質を有する固体の両側から電圧を印加する方式の表示装置である。発光体の厚さが非常に薄いため形状を自由にできること、自ら発光するため視野角の問題がないことなどのメリットがある

インタフェース技術

- 用語
  - トポロジ：ネットワークの接続形態をネットワークトポロジという
  - MSB（Most Significant Bit）ファースト：最上位ビットから順に送信する方式
  - LSB（Least Significant Bit）ファースト
- シリアルインタフェース
  - 1ビットずつ順におくるほうしき、データ信号線は1本であるため、制御信号など含めても全体の信号線の数を少なくできる
  - クロック同期型シリアルインタフェース
    - データ線、クロック線、制御線（往復と独立）、プルアップ抵抗利用を前提としてI線（データ線とクロック線両方ともつ混ずる）：代表例
      - I2C（Inter-Integrated Circuit）
        - 信号線本数　2
        - 最大転送速度　100kbps/400kbps/3.4Mbps
      - Microwire
        - 信号線本数　3(4)
        - 最大転送速度　250kbps
      - SPI（Serial Peripheral Interface）
        - 信号線本数　3(4)
        - 最大転送速度　5Mbps
      - SMBus
        - 信号線本数　2
        - 最大転送速度　100kbps
      - I-Wire
        - 信号線本数　1
        - 最大転送速度　16kbps
      - 自動車用のシステムインタフェースの標準規格
        - CAN（Controller Area Network）
          - 信号線本数　2
          - チャンネル　1
          - トポロジ　バス型
          - 最大通信速度　1Mbit/s
        - FlexRay（Ver2.1）
          - 信号線本数　2
          - チャンネル　1または2
          - トポロジ　バス型・スター型・混載型
          - 最大通信速度　10Mbit/s
    - 3線シリアルインタフェースの例
      - ロード信号を用いてデータバイトの同期を取るため、クロック信号は常時動作させておくことが可能である
      - 2線の場合、有効データが送られない時のクロックは停止するなどの制御が必要
  - 調歩同期型シリアルインタフェース
    - Universal Asynchronous Receiver Transmitter：UART：クロック信号を持たず、データの先頭に示すスタートビットとデータの終端を示すストップビットを基準にして受信側で同期を取る方式である：代表例
      - RS-232C　20kbps、15m
        - 信号端子
          - DCD：Data Channel Carrier Detect　回線にキャリア音を検出したことをしらせる　DCE→DTE
          - RxD：Receive Data　DTEへの受信データ　モデル→端末
          - TxD：Transmit Data　DTEからの送信データ　端末→モデル
          - DTR：Data Terminal Ready　DTEが通信可能状態であることを知らせる　端末→モデル
          - SG：Signal Ground　信号用接地または共通帰線
          - DSR：Data Set Ready　DCEが稼働状態であることを知らせる　モデル→端末
          - RTS：Request To Send　DTEからの送信要求を知らせる　DTE→DCE
          - CTS：Clear To Send　DCEへの送信許可／不許可を知らせる　DCE→DTE
          - RI：Ring Indicator　着呼したことを知らせる　DCE→DTE
          - FG：Frame Ground　保守用接地またはフレーム
        - 用語
          - DCE：Data Circuit Terminating Equipment　モデルなど通信回線に接続するための機器：モデル
          - DTE：Data Terminal Equipment　コンピュータなどのデータ通信用の機器：端末
      - RS-423　300kbps、600m
      - RS-422　RS-232Cより高速化した：10Mbps、1.2km
      - RS-485　10Mbps、1.2km
    - 波形
      - あくまでのイメージ図。実際の転送では信号はビットではなく、データサンプリング中にも誤差ないのエンコードがある。（違う3PINを利用すると問題ないが同期が必要）
- パラレルインタフェース
  - 複数ビットのデータ用信号線と通信制御用の信号線とを用いてデータの受渡しをする方式である：代表
    - SCSI：Small Computer System Interface
    - IEEE 488：GPIB−General Purpose Interface Bus
    - プリンタ用パラレルポート
      - 8ビットのデータを同時に送受信する方式
      - セントロニクス社が開発した仕様が基になり、IEEE 1284として標準化され：送受信に関する信号端子
        - DATA　データ：8ビットの送信データ信号である　端末→プリンタ
        - $\overline{STB}$　STROBE / ストローブ：送信データを取得するタイミングを示す　端末→プリンタ
        - BUSY　ビジー：プリンタがビジー状態であることを示す　プリンタ→端末
        - $\overline{ACK}$　ACK / 受信確認：次のデータを受信できる状態になったことを示す　プリンタ→端末
      - ハンドシェイク方式の例
      - 用語
        - アサート：assert　信号をアクティブにする動作
        - ネゲート：negate　信号を非アクティブにする動作
- 高速シリアルインタフェース
  - 概念
    - 従来のクロック同期型、UART、PARAIFでは電気的特性により伝送速度の限界や整合の困難の課題がある
    - データの信号にOやlが長く連続して出現しないように冗長化して転送するエンベデッドクロック技術を利用される
      - 冗長化規格
        - 8b / 10b符号化：8ビットのデータを10ビットに変換して伝送する。データの伝送率は80%である。USB3.0ではこの方式が採用されている：変換テーブルを利用する
        - 64b / 66b符号化：変換テーブルではなく、論理回路がソようされ、10GBASE−Tなどで採用されている
        - 128b / 132b符号化などがある　USB3.1で採用されている
      - 送信側：送信データを符号化して→送信
      - 受信側：受信データを逆符号化化して元のデータをとる
      - 用語
        - クロックリカバリ（CR，Clock Recovery）／クロックデータリカバリ（CDR，Clock Data Recovery）
          - データ信号から同期タイミングを抽出すること
          - 高速技術では、独立したクロック信号を持たずにデータの信号自体にクロックを埋め込むエンベデッドクロック技術が利用されている
  - 代表例
    - LVDS：Low Voltage Differential Signaling：低電圧差動伝送または低電圧差動信号
      - 信号電圧の振幅を小さくし、差動信号による伝送を行う方式である。LCDパネルインタフェースなどで採用されている
    - USB：Universal Serial Bus
      - パソコンと周辺機器を接続するためのインタフェースとして、主にパソコン関連のメーカが中心となって制定した規格である
        - ホストコントローラを中心として、ツリー上に最大127台までの機器を接続することができる。またホストコントローラを介さず、2台の周辺機器を直接接続するための規格としてはUSB On-The-Goの仕様も追加されている：特徴
          - 電源供給機能
          - ホットプラグ（活線挿抜）機能
          - アイソクロナス転送：isochronous　一定時間あたりの最低データ転送量が保証されており、全体の転送量が高くてもデータ伝送が確保できるという特徴を持っている。データの途切れがない保証があるので、マルチメディアコンテンツのストリーミング再生などに適しているといえる。ただし転送に失敗しても再送を行う仕組みは持っていない。
        - USBハブを介して最大127まで、接続デバイスにより別々のモードで対応する
        - 規格
          - USB1
            - ハイスピードモード：12Mbps
            - ロースピードモード：1.5Mbps　マウス、キーボードなどで利用
            - 5V / 500mA
          - USB2
            - ハイスピードモード：480Mbps
            - 5V / 500mA
          - USB3.0、3.1
            - スーパースピードモード5GMbps、スーパースピードプラスモード：10GMbps
            - 5V / 900mA
          - USB Battery Charging vl.2　5V / 1500mA
          - USB Power Delivery Specification Rev 3.0　5V / 5000mA
          - USB4（thunderbolt3）
            - 40GMbps、type−eモード：10GMbps
            - FireWireの後継技術規格（Start By Intel、Used By Apple）
    - IEEE 1394（FireWire（Apple）/iLink（Sony））
      - USBと同様、電源供給、ホットプラグ、アイソクロナス転送もサポートしている
      - USBと同時代スタート、IEEEが1995年にAppleが提唱したFireWireを規格化したもの。接続のために赤ストコントローラを必要としない
        - 概要
          - ツリー（tree）接続　ハブ→ハブ→ハブ…
          - デイジーチェーン（daisy chain）接続（菊花鎖拡扑）
            - 1対複数
            - 電源の供給を持つ6Pinのインタフェースと、これを省いた4Pinのインタフェースとがある。4PinのものはディジタルビデオカメれのDV端子として普及している。
      - BackPlaneモード　12.5 Mbps 、25 Mbps、50 Mbps
      - Cableモード　100 Mbps、200 Mbps、400 Mbps、3.2Gbps（2002）
    - SATA
      - Serial ATA：ハードディスクなどの記憶装置を接続する規格でありATA仕様の転送方式を、従来のパラレル転送方式をシリアル転送方式に変更したものである。ソフトウェアレイヤは従来のATAとの互換性をもちたいている
        - 従来のATA転送速度最大133MByte / s
        - SATA1（2000年）　150MByte / s
        - SATA2　300MByte / s
        - SATA3　600MByte / s
      - eSATA（external SATA）：外付けドライブ用
- 無線インタフェース
  - IrDA
    - Infrared Data Associationは、赤外線通信の標準化団体。通信可能距離は約1mまたはであり、赤外線が用いるため、障害物があると通信が不可能となる
  - Bluetooth（IEEE 802.15.1）
    - 規格
      - Class1　100m
      - Class2　10m
      - Class3　1m
    - バージョン
      - 1.0　723kbps　初期の規格
      - 2.0＋EDR　3Mbps　大容量通信用にEDR（Enhanced Data Rate）オプション機能を追加
      - 3.0＋HS　24Mbps　高速通信用にHS（High Speed）オプション機能を追加
      - 4.0〜4.2　1Mbps　低消費電力用途向けの規格
      - 5　2Mbps　低消費電力用途向けの規格。到達距離はバージョン4.2の2倍
    - プロトコル
      - HID（Human Interface Device Profile）　マウスやキーボードなどの入力装置
      - HSP（HeadSet Profile）　ヘッドセットと情報端末間の音声データ
      - PAN（Personal Area Network Profile）　近距離ネットワーク通信
  - ワイヤレスUSB
    - USB2.0のインタフェースを無線化したものである
      - 規格
        - 3mまで480Mbps
        - 10mまで110Mbps
    - ワイヤレスUSBでは通信速度を確保するため、UWB（Ultra Wide Band）の技術が用いられる
  - RFID：Radio Frequency IDentification
    - 情報を保持するタグと、タグとの間で情報のやり取りをするためのリーダ／ライタで構成される。近距離の無線通信、物流／小売分野などで利用されている
      - 分類
        - パッシブタグ
          - 密着型：2mm以下　電磁結合：4.91MHz：ISO / IEC 10536　銀行カードなど
          - 近接型：10cm以下　電磁誘導：13.56MHz：ISO / IEC 14443、ISO / IEC 18092（NFC IP−1）　交通カード、電子マネーなど
          - 近傍型：70cm以下　電磁誘導：13.56MHz：ISO / IEC 15693　物流、小売など
        - アクティブタグ
          - 電池を内蔵、通信距離（1〜100m以上）。センサーと接続し、自発的に変化を通知することができる
        - セミアクティブタグ
          - 電池をないぞするアクティブタグの機能を有するが、上位システムへの通信軌道をパッシブ方式で起動する
            - 例：市民マラソンのスタートとゴールラインで長波帯の電磁誘導で起動をかけ、タグがUHF帯の電波等でを選手の情報を高速でアップロードすること
      - 関連規格
        - ISO / IEC 15961、15962　データプロトコル
        - ISO / IEC 15963　タグ固有ID仕様
        - ISO / IEC 18000シリーズ　使用周波数ごとの無線通信仕様
  - ZigBee
    - 主としてセンサーネットワーク向けに策定された、低速・低消費電力の無線通信プロトコルである
      - 周波数：868MHz、915MHz、2.4GHz
      - 同じ周波数を用いるBluetoothと比較して、通信速度は低速であるが、同時接続数が多く、通信距離が長いことがさな特徴である
    - OSI参照モデルの下位の二層に対応する物理層及びメディアアクセス制御層についてはIEE802.15.4標準で定義されており、ZigBeeではネットワーク層以上の上位層のプロトコルを定義している

補助記憶装置

- 磁気
  - 固定式　ハードディスク装置
    - ※ユニットごと交換可能とした製品もあるが、記録メディアが単独では取り出せないが一般です
    - 磁性体を塗布した金属製又はガラス製のディスク（円盤）を磁気かせることで情報を記録する。ディスクを回転させながら磁気ヘッドが搭載されたアクセスアームの動作させてデータにアクセスする
  - 交換式
    - ランダムアクセス　フロッピーディスク装置
      - 磁性体を塗布した樹脂製の円盤を保護ケースに入れたメディアを使用する
        - 記憶容量は数百kB〜1.4MB程度である、大容量化に限界があり、読み書きの速度もほかの記憶装置と比較して低速である
    - シーケンシャルアクセス　磁気テープ装置
      - 磁性体を塗布したテープ状のファイルにデータを記録する記憶装置である
        - 記憶容量は最大で数TBのものがある。記憶メディアのビット単価は安価であるが、ランダムアクセスには向かないため、データのバックアップや利用頻度の低いデータを保持する用途などで使用される
- 半導体
  - 固定式　SSD：Solid State Drive
    - 記憶素子にフラッシュメモリを用いた補助記憶装置である
    - 一般にシステムとのインタフェースは、ハードディスク装置と共通であり、ｖ耐衝撃性が高いが、記憶素子の特性により書き換え可能回数が少ない、高価で容量が小さいことがデメリットでもある
  - 交換式　USBメモリ、メモリカード
    - 記憶素子にフラッシュメモリを用いいシステムとのインタフェースがUSBであるもの。専用のインタフェースを持つものはメモリカードと呼ばれている
    - 特性はSSDと同様であるが、大量のデータを容易に持ち運ぶことが可能なため、紛失や盗難による情報漏えいなどのリスク増える必要がある
- 光学　交換式　CD、DVD、BD
  - 一般記録媒体は12cmまたは8cm径の円盤形状であり、使用するレーザー光の波長によって記録可能容量が異なる
    - 780nm（赤色）
      - CD-ROM、CD-R、CD-RW
      - 代表的な容量：640MB（180MB〜700MB）
    - 650 / 635nm（赤色）
      - DVD-ROM、DVD-R、DVD-RW / DVD＋RW / DVD-RAM
      - 代表的な容量：4.7GB（1.4GB〜17.08GB）
    - 405nm（青色）
      - BD-ROM、BD-R、BD-RE
      - 代表的な容量：25GB（7.5GB〜128GB）
    - 記述手法
      - 読出し専用（製造時データ書込み）、１回書込み、書換え可能
- 併用　MO
  - 光と磁気の両方を利用する光磁気記録方式、現在では規格が消滅している
- 関連技術
  - RAID：Redundant Array of Inexpensive Drivers / Redundant Array of Independent Disks
    - RAID0（ストライピング）
    - RAID1（ミラーリング）
    - RAID3（ビットストライピング＋パリティ）
    - RAID4（ブロックストライピング＋パリティ）
    - RAID5（ストライピング＋分散パリティ）
    - RAID6（ストライピング＋分散パリティ＋独立冗長ディスク）
    - RAID0＋1
    - など
    - 詳細はAPを参照

MEMSデバイス

- 実用化の例
  - 装置の落下を検出してハードディスクのヘッドを退避位置に移動させるための落下検出や、自動車などで衝突時にエアバッグをのうさせるための衝撃検出などがある：1、2、3軸などのタイプある　加速度センサ
  - ビデオカメラの手ブレ検出や、自動車の横滑り検出などがある：一定の回転軸を中心とした回転の角速度を計測する　ジャイロ（角速度センサ）
  - プロジェクタ（projector）における画像描画などに用いられている：微小な鏡を大量に並べ、それぞれの鏡の角度を制御できるようにしたものである　DMD：Digital Micromirror Device
  - 極めて微小な量のインクの噴射を制御する可能である。インクの経路の一部に用いなどエンジ素子を接続し、インクの経路を変形させることによって噴射する　インクジェットプリンタヘッドの制御
- 非常に小型且つ低消費電力のセンサやアクチュエータを実現することが可能となる
- 半導体の製造プロセスを利用してシリコンの基盤上にメカニカル機構を造りに作り込んだものである。マイクロマシンとも呼ばれる：Micro Electro Mechanical Systems

XMind Trial Mode