

エネルギー管理研修 電気の基礎

2. 自動制御及び情報処理

大阪大学 大学院 舟木 剛

平成23年12月12日

11:00～12:20

テキストⅡ-41

2.1 自動制御

2.1.1 自動制御の基礎

1. 自動制御の概念

－ 制御とは

- 制御対象に制御装置により操作を加え、目的を達成する。

－ 自動制御

- 制御装置によって自動的に行なわれる制御

－ シーケンス制御

- » 予め決められたシーケンス(順序条件)に従って、段階を逐次進める制御

－ フィードバック制御

- » 対象に操作を加え、得られた出力を制御目標値と比較して補正する方式

2.1 自動制御

2.1.1 自動制御の基礎

2. ラプラス変換

– 制御系の特性

- 定常応答特性, 過渡応答特性

– システムの動特性は, 微分方程式で表せる。

- 微分方程式の取り扱いの簡略化

– ラプラス変換

- » 微分方程式・時間関数を代数関数に変換
- » 代数演算が可能
- » 要素の伝達関数表現

2.1 自動制御

2.1.1 自動制御の基礎

– 時間関数 $g(t)$ の $t(\geq 0)$ を複素パラメータ $s(=\delta+j\omega)$ に変換

$$\mathcal{L}[g(t)] = G(s) = \int_0^{\infty} g(t)e^{-st} dt$$

– $G(s)$ を $g(t)$ に戻すラプラス逆変換

$$g(t) = \mathcal{L}^{-1}[G(s)] = \frac{1}{j2\pi} \int_{c-j\infty}^{c+j\infty} G(s)e^{st} ds$$

– 最終値の定理

- $t \rightarrow \infty$ の $g(t)$ が $G(s)$ より求まる

$$g(\infty) = \lim_{t \rightarrow \infty} g(t) = \lim_{s \rightarrow 0} sG(s)$$

2.1 自動制御

2.1.1 自動制御の基礎

ラプラス変換表

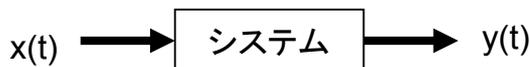
$1 \Leftrightarrow \delta(t)$	$\frac{1}{(s+a)^k} \Leftrightarrow \frac{t^{k-1}}{(k-1)!} e^{-at}$	$\frac{\omega_0}{s^2 + \omega_0^2} \Leftrightarrow \sin \omega_0 t$
$\frac{1}{s} \Leftrightarrow 1$	$\frac{a}{s(s+a)} \Leftrightarrow 1 - e^{-at}$	$\frac{s}{s^2 + \omega_0^2} \Leftrightarrow \cos \omega_0 t$
$\frac{1}{s^{k+1}} \Leftrightarrow \frac{1}{k!} t^k$	$\frac{a}{s^2(s+a)} \Leftrightarrow t - \frac{1 - e^{-at}}{a}$	$\frac{\omega_0}{(s+a)^2 + \omega_0^2} \Leftrightarrow e^{-at} \sin \omega_0 t$
$\frac{1}{s+a} \Leftrightarrow e^{-at}$	$\frac{1}{(s+a)^2} \Leftrightarrow te^{-at}$	$\frac{s+a}{(s+a)^2 + \omega_0^2} \Leftrightarrow e^{-at} \cos \omega_0 t$

2.1 自動制御

2.1.1 自動制御の基礎

3. 伝達関数

– システムに入力 $u(t)$ を加えると出力 $y(t)$ が得られる



- 出力 $y(t)$ のラプラス変換 $Y(s)$ と、入力 $x(t)$ のラプラス変換 $X(s)$ の比 $G(s)$ を伝達関数

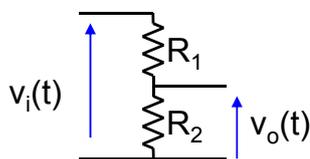
– 出力のラプラス変換は伝達関数と入力のラプラス変換の積

$$G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} \quad Y(s) = G(s)X(s)$$

2.1 自動制御

2.1.1 自動制御の基礎

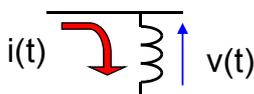
– 比例要素



$$v_i(t) : v_o(t) = R_1 + R_2 : R_2 \Rightarrow V_i(s) : V_o(s) = R_1 + R_2 : R_2$$

$$G(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

– 微分要素



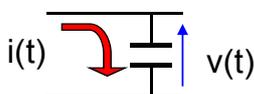
$$v(t) = L \frac{d}{dt} i(t) \Rightarrow V(s) = sLI(s)$$

$$\Rightarrow G(s) = \frac{V(s)}{I(s)} = sL$$

2.1 自動制御

2.1.1 自動制御の基礎

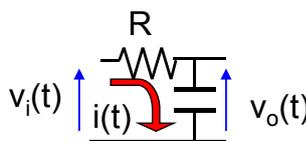
– 積分要素



$$v(t) = \frac{1}{C} \int idt \Rightarrow V(s) = \frac{I(s)}{Cs}$$

$$\Rightarrow G(s) = \frac{V(s)}{I(s)} = \frac{1}{Cs}$$

– 一次遅れ要素

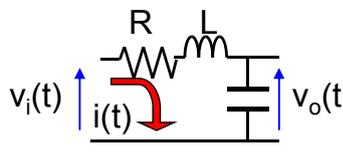


$$\begin{cases} v_i(t) = Ri + \frac{1}{C} \int idt \\ v_o(t) = \frac{1}{C} \int idt \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_i(s) = RI(s) + \frac{I(s)}{sC} \\ V_o(s) = \frac{I(s)}{sC} \end{cases} \Rightarrow G(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{1}{sCR + 1}$$

2.1 自動制御

2.1.1 自動制御の基礎

– 二次遅れ要素



$$\begin{cases} v_i(t) = Ri + L \frac{d}{dt} i + \frac{1}{C} \int idt \\ v_o(t) = \frac{1}{C} \int idt \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} V_i(s) = RI(s) + sLI(s) + \frac{I(s)}{sC} \\ V_o(s) = \frac{I(s)}{sC} \end{cases}$$

$$G(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{1}{LCs^2 + RCs + 1} = \frac{1}{T^2 s^2 + 2\xi Ts + 1} \quad \begin{matrix} T = \sqrt{LC} \\ \xi = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{C}{L}} \end{matrix}$$

– むだ時間

$$y(t) = u(t - \tau) \Rightarrow Y(s) = U(s)e^{-s\tau} \Rightarrow G(s) = e^{-s\tau}$$

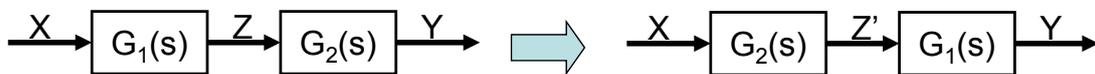
2.1 自動制御

2.1.1 自動制御の基礎

4. ブロック線図と伝達要素の合成

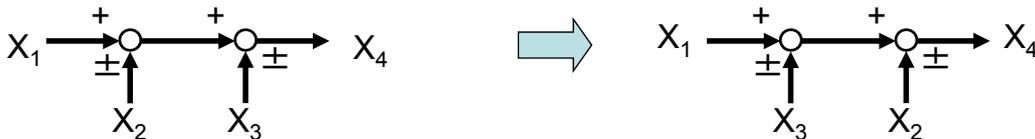
– 信号の流れと、伝達要素で制御系を表す図

- ブロック置換



- 加え合わせ点動作

$$G_1 \cdot G_2 = G_2 \cdot G_1$$



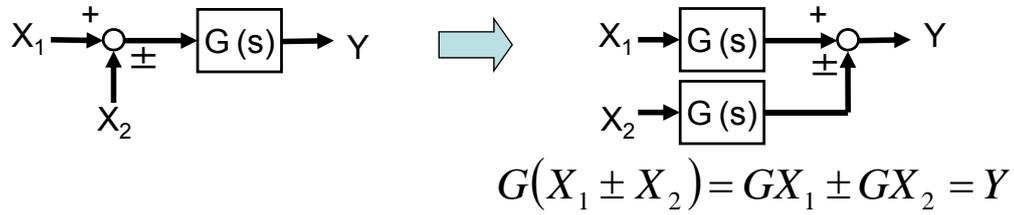
$$(X_1 \pm X_3) \pm X_2 = (X_1 \pm X_2) \pm X_3 = X_4$$

2.1 自動制御

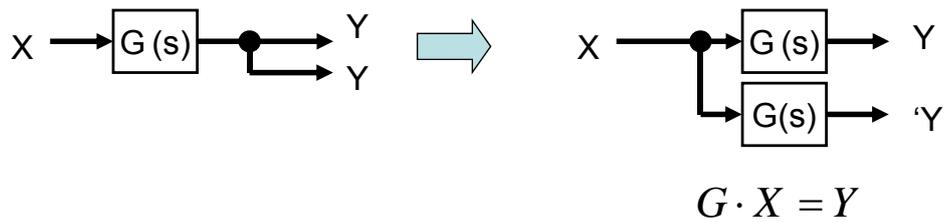
2.1.1 自動制御の基礎

– ブロック線図の簡略化

- 加え合わせ点移動



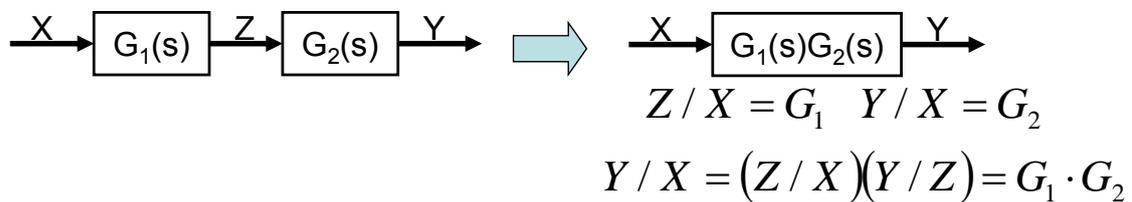
- 引き出し点移動



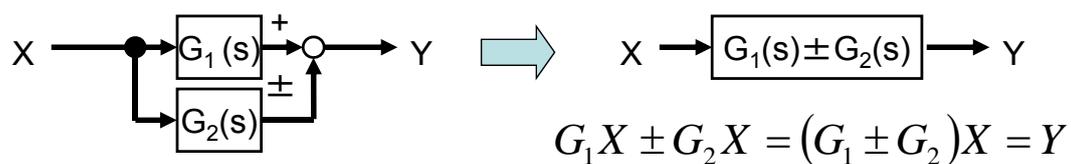
2.1 自動制御

2.1.1 自動制御の基礎

- 直列結合



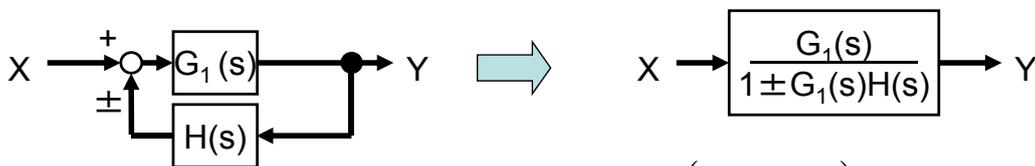
- 並列結合



2.1 自動制御

2.1.1 自動制御の基礎

- フィードバック結合



$$(X \pm HY)G_1 = Y$$

$$G_1X \pm G_1HY = Y$$

$$Y(1 \mp G_1H) = G_1X$$

$$Y = \frac{G_1}{1 \mp G_1H} X$$

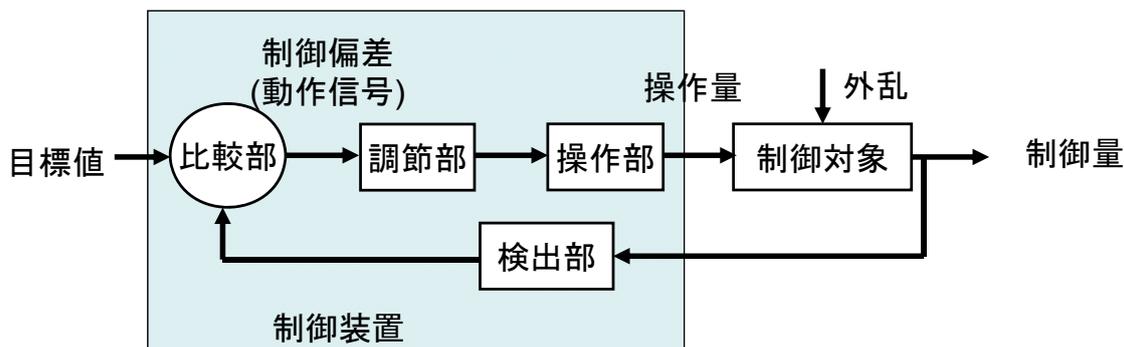
2.1 自動制御

2.1.2 フィードバック制御

1. フィードバック制御系の構成

- 制御量を目標値と比較し、一致させるように操作量を生成する制御

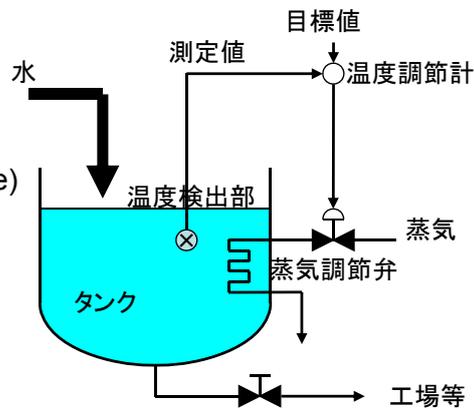
- プロセスに内在する遅れに対して、偏差をはやく無くす速応性と、プロセスの安定性を両立させることが課題



2.1 自動制御

2.1.2 フィードバック制御

- 制御装置
 - ・ 制御の対象となる系 例 負荷(電動機など)
- 制御量(PV: Process Variable)
 - ・ 制御対象における制御すべき量
 - 例 電動機の回転速度
- 目標値(SV: Setting Value, Set Point Value)
 - ・ 制御量がとるべき値
 - 例 電圧
- 偏差
 - ・ 目標値と制御量・制御対象の検出値
- 操作量(MV: Manipulated Value)
 - ・ 制御量を制御するために、偏差に基づいて制御対象に与える量
- 測定値
 - ・ 制御対象、環境から検出部によって取り出す制御に必要な量
- 外乱
 - ・ 制御系の状態を乱す、外部からの作用
 - 例 負荷変動、電圧変動



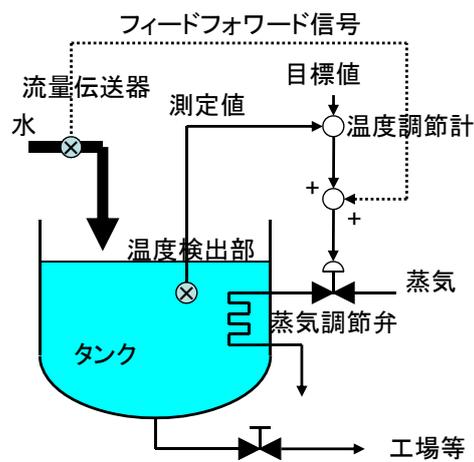
温水加熱装置の温度制御

2.1 自動制御

2.1.2 フィードバック制御

2. フィードフォワード制御

- フィードバック制御は、外乱が制御量に影響を与えてから動作するため遅れが生じる
- 外乱による影響を予測し、打ち消すよう動作させる
 - ・ 動作早い
 - ・ 外乱の予測誤差、モデル誤差で定常偏差発生
 - ・ フィードバック制御と併用



フィードバック
フィードフォワード併用制御

2.1 自動制御

2.1.2 フィードバック制御

3. 制御系の分類

－ 目標値の種類による分類

- 定値制御
 - － 目標値一定
 - － 種々の外乱に対して、影響を受けないようにする
- 追従制御
 - － 目標値が任意に変化
 - － 目標値追従特性を良くする
- プログラム制御(シーケンス制御系)
 - － 目標値が予め定められたスケジュールに従って変化
 - － 制御の種類・方式も変化させる制御とすることがある

2.1 自動制御

2.1.2 フィードバック制御

－ 制御量による分類

- プロセス制御
 - － 温度, 流量等物理・化学変化等を制御(工業プロセス)
 - － 定値制御が一般的
 - － 例 石油工業・化学工業・機械工業・製紙工業・肥料工業
- サーボ機構
 - － 位置決め等, 位置・方位・角度を任意の目標値に制御
 - － 追従制御が一般的
 - － 例 工作機械・ロボット・航空機・宇宙ロケット・船舶レーダアンテナ

2.1 自動制御

2.1.2 フィードバック制御

4. PID制御

– 調節計のほとんどにPID動作を採用

- 多くの調節計はオン・オフ動作, 比例(P)動作, 比例積分(PI)動作, 比例積分微分(PID)動作の切り替え可能

a. オンオフ動作

- 目標値より低ければオン
- 目標値より高ければオフ
- 制御対象の値は一定にならず, 変動する。

2.1 自動制御

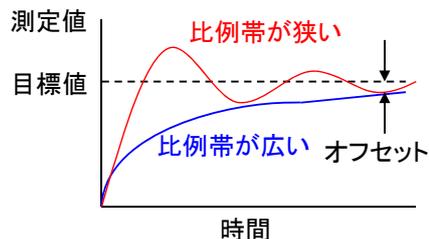
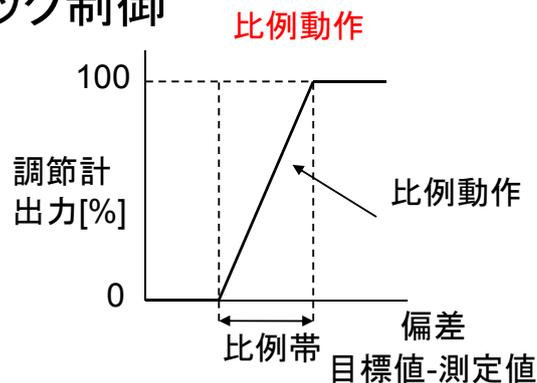
2.1.2 フィードバック制御

b. 比例動作 (Proportional)

- 観測値と目標値の偏差に比例した制御量を出力

$$mv = mv_0 + K_p e$$

- 調整出力mv[%], 偏差e[%], 比例ゲインKp, 偏差が0の時の調節計出力mv0
- 比例帯PB=100/Kp
- オフセットが生じる
 - 偏差が生じない限り, 制御量が発生しない為
 - 手動リセット(mv0の調整)



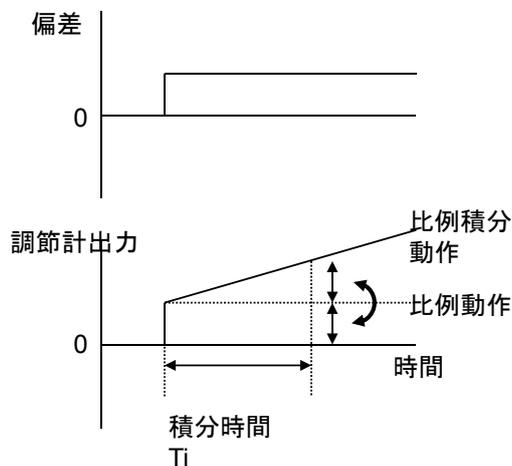
2.1 自動制御

2.1.2 フィードバック制御

c. 積分動作(Integral)

- 偏差を時間積分して出力
- 通常比例動作に付加
- 変化の速度は偏差の大きさに比例
- 偏差が0になると変化が停止
- 積分動作の強さは積分時間 T_i で表す
 - 積分時間が長いとゆっくり変化
 - 積分時間が短いとハンチングする

比例積分動作



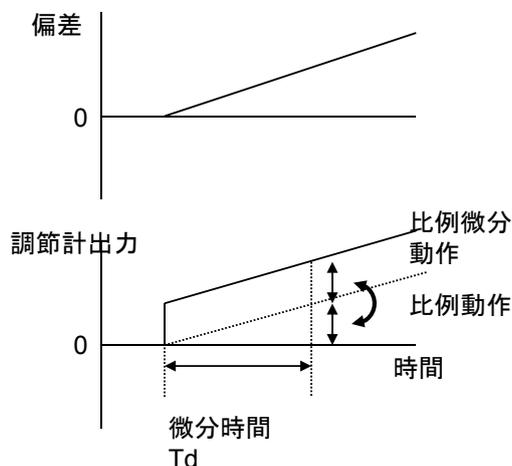
2.1 自動制御

2.1.2 フィードバック制御

d. 微分動作(Derivative)

- 外乱の影響を早くなくす
- 偏差の変化速度を時間微分して検出
- 比例動作に付加
 - 単独で使用できない
- 微分動作の強さは微分時間 T_d で表す
 - 微分時間が振動的になる
 - 微分時間が0だと効かない
- ステップ状変化に対しては、無限大の大きさを出力
 - 不完全微分を使用

比例微分動作



2.1 自動制御

2.1.2 フィードバック制御

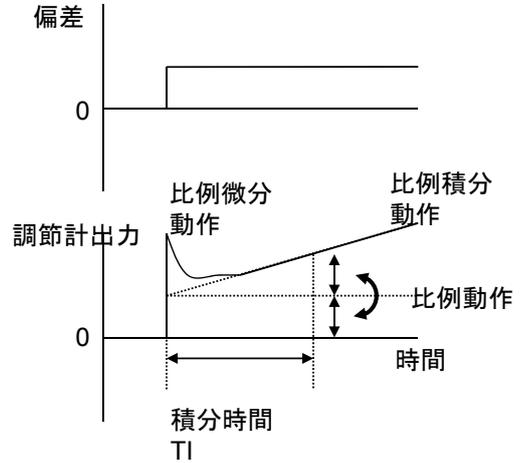
e. PID動作とPID制御

- 比例・積分・微分を使用

$$mv = mv_0 + \frac{100}{PB} \left\{ e + \frac{1}{T_I} \int edt + T_D \frac{d}{dt} e \right\}$$

- 目標値を動かしたときにPID動作も動く
 - 出力が変化
 - » 微分動作に対して偏差ではなく、測定値を用いる
 - » 測定値微分型調節計

PID動作



2.1 自動制御

2.1.2 フィードバック制御

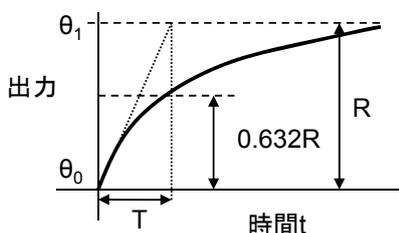
5. 工業プロセスの特性とPID定数の調整

a. 工業プロセスの特性とその測り方

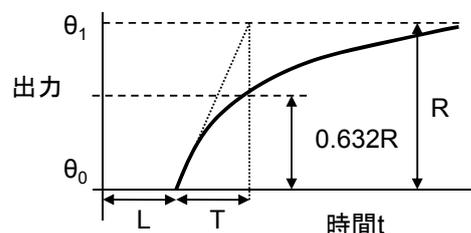
- 工業プロセスの特性

- 工業プロセスは、信号の流れを幾つかの要素に分割できる
- 複数の一次遅れ特性と無駄時間特性が複合されたもの(一般的)

» 時定数T, むだ時間L
一次遅れ要素のステップ応答



むだ時間+一次遅れ要素のステップ応答

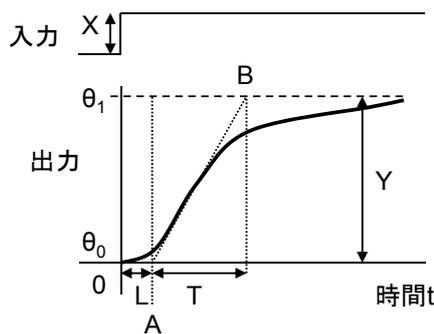


2.1 自動制御

2.1.2 フィードバック制御

- プロセス特性の測り方
 - ステップ応答法(一般的)と限界感度法

ステップ応答によるプロセス特性の測定



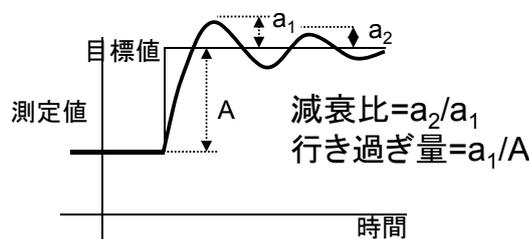
応答の遅れからむだ時間Lを求める
 接線ABから時定数Tを求める
 接線の交点よりむだ時間を求める
 プロセスゲイン $K_{pr}=Y/X$

2.1 自動制御

2.1.2 フィードバック制御

b. PID定数の調整

- 自動制御の目的
 - 目標値変更への対応
 - » 目標値変更に対し早く測定値を目標値に一致させる
 - 外乱への対応
 - » 外乱・周囲条件変化に対し早く測定値を目標値に一致させる
- 指標
 - 減衰比, 行き過ぎ量, 整定時間(目標値にほぼ一致する時間)



測定値が目標値を行き過ぎると
 困ることがある
 減衰比を使用する場合,
 必ず行き過ぎる

2.1 自動制御

2.1.2 フィードバック制御

- 最適調整
 - ガイドラインのもとにPID定数を調整
 - オートチューニング:調節計自体がプロセスの特性を測り, PIDを調整する
- ① 比例帯
 - » 小さくすると, 外乱・目標値変更への修正は早くなる。応答は振動的になる。
- ② 積分時間
 - » 短くすると, オフセットが早くなる。短くしすぎると, 応答は振動的になる
- ③ 微分時間
 - » 長くすると, 比例動作による振動的な応答が抑制でき, 比例帯を狭くできる。長くしすぎると, 応答は振動的になる。

2011年12月12日

自動制御及び情報処理

27

2.1 自動制御

2.1.2 フィードバック制御

– 最適調整のPID定数

	Type	制御動作	PB[%]	Ti[<i>min</i>]	TD[<i>min</i>]	ガイドライン
Ziegler Nichols	A,B	PI	110KprL/T	3.3L	–	減衰比25%
		PID	83KprL/T	2L	0.5L	
Chien Hrones Reswick	A	PI	167KprL/T	T	–	20%行過ぎの最短応答
		PID	105KprL/T	1.35T	0.47L	
Chien Hrones Reswick	B	PI	143KprL/T	2.3L	–	20%行過ぎの最短応答
		PID	83KprL/T	2L	0.42L	
Chien Hrones Reswick	A	PI	286KprL/T	1.2T	–	行過ぎなしの最短応答
		PID	167KprL/T	T	0.5L	
Chien Hrones Reswick	B	PI	167KprL/T	4L	–	行過ぎなしの最短応答
		PID	105KprL/T	2.4L	0.4L	

A:制御目標値変更, B:外乱対応

2011年12月12日

自動制御及び情報処理

28

2.1 自動制御

2.1.2 フィードバック制御

– PID定数の調整

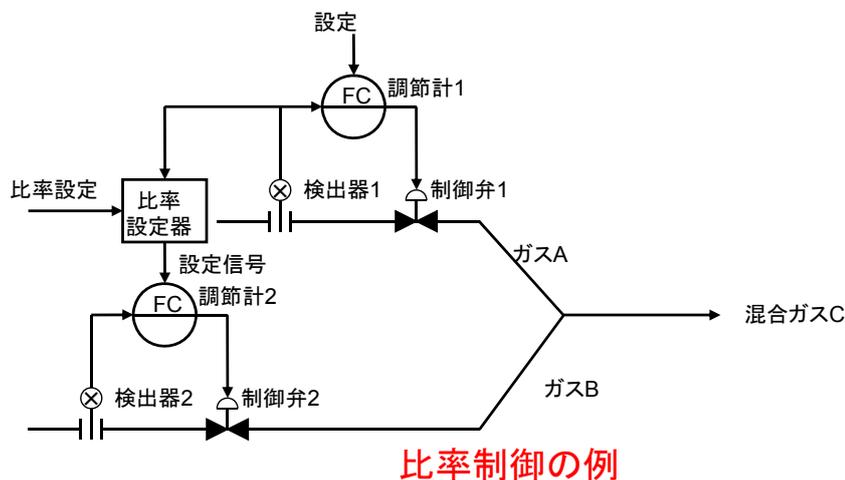
- P動作, PD動作→定常偏差が生じても問題ないプロセス, 液位等積分性のプロセスに使用
- PI動作, PID動作→定常偏差が問題になるプロセスに使用
 - 流量・圧力制御→PI動作で十分
 - 計測ノイズが多い系→PID動作が不安定になることがある
 - 温度制御→応答が遅いので, 応答を早くしたり, オーバershootを防ぐためPID制御を用いる

2.1 自動制御

2.1.2 フィードバック制御

6. 比率制御

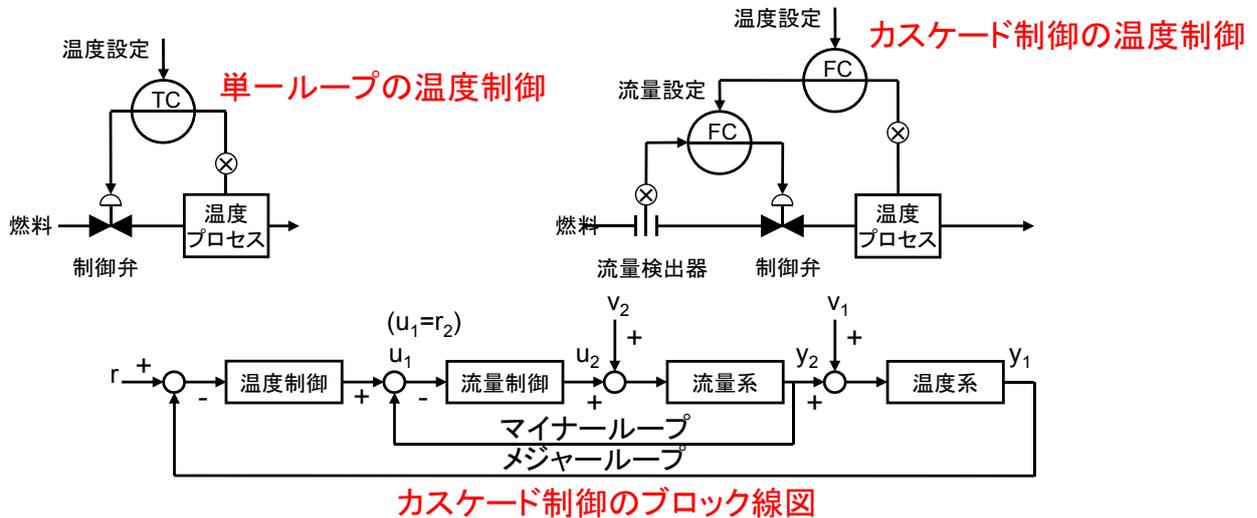
- 一方の目標値を, 他の制御の計測値に比率をかけて求める



2.1 自動制御

2.1.2 フィードバック制御

7. カスケード制御



2.1 自動制御

2.1.3 シーケンス制御

1. シーケンス制御の構成と動作

– シーケンス制御とは

- あらかじめ定めた順序
- 論理によって定められる順序
に従って、段階を逐次進めていく制御

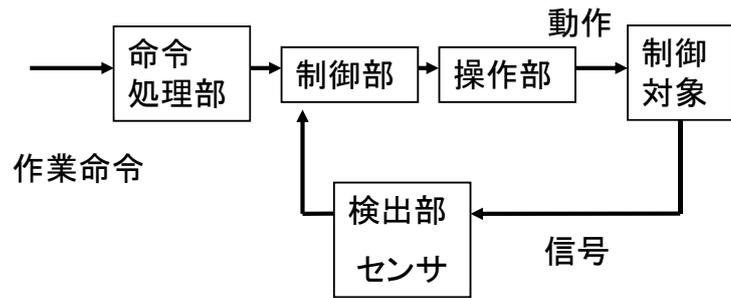
– 例

- 交通信号, エレベータ, コンベヤ, 自動車組み立てライン, 送配電

2.1 自動制御

2.1.3 シーケンス制御

- 構成要素
 - 制御対象
 - 制御しようとするもの
 - 制御部
 - 制御命令を生成
作業命令・制御量検出信号
等の論理判断
 - 操作部
 - 制御対象を操作
制御命令の増幅
 - 制御量
 - 目的とする物理量
 - 検出部
 - 制御量の状態を検出
多くの場合二値信号



2.1 自動制御

2.1.3 シーケンス制御

1. シーケンス制御の分類

a. プログラム制御

① 時限プログラム制御

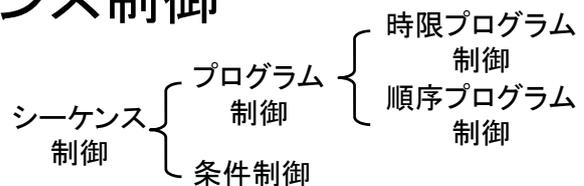
- 制御順序を定まった時間で実施
- 定まった順序の制御を経過時間に従い実施
 - » 交通信号, ネオンサインの点滅

② 順序プログラム制御

- 制御順序のみ決まっている
- 実施タイミングを検出信号で決定
 - » 検出器: 圧カスイッチ, レベルスイッチ, リミットスイッチ
 - » 工作機械の制御, 弁の開閉制御

b. 条件制御

- 検出結果を判断し, 制御命令を実施
 - 危険防止, 機器破損防止保護回路
 - エレベータの運転回路, 揚水・排水ポンプの自動運転回路



2.1 自動制御

2.1.3 シーケンス制御

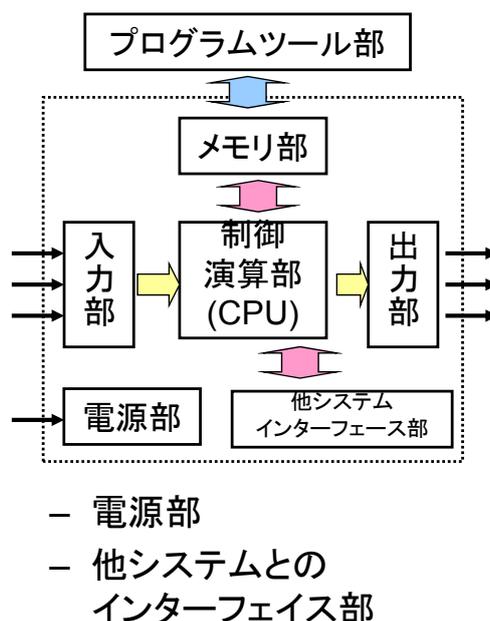
- シーケンス制御装置
 - 第一世代 電磁リレー
 - 第二世代 デジタルIC
 - 第三世代 プログラマブルロジックコントローラ (PLC)
 - 動作処理手順プログラムを装置内に記憶, 自動処理
 - プログラマブル
 - リアルタイム動作
 - 機器との接続(インターフェース)

2.1 自動制御

2.1.3 シーケンス制御

a. PLCの構成

- ① 制御演算部
 - プログラムの読み出し・命令解読・データ取り込み・演算・出力・メモリに格納
- ② メモリ部
 - プログラムメモリ:制御手順を記憶
 - データメモリ:演算結果を記憶
- ③ 入・出力部
 - 制御対象と結合
 - 入出力信号と内部信号のレベル変換
- ④ プログラミングツール部
 - プログラムの作成・修正・テストの道具



2.1 自動制御

2.1.3 シーケンス制御

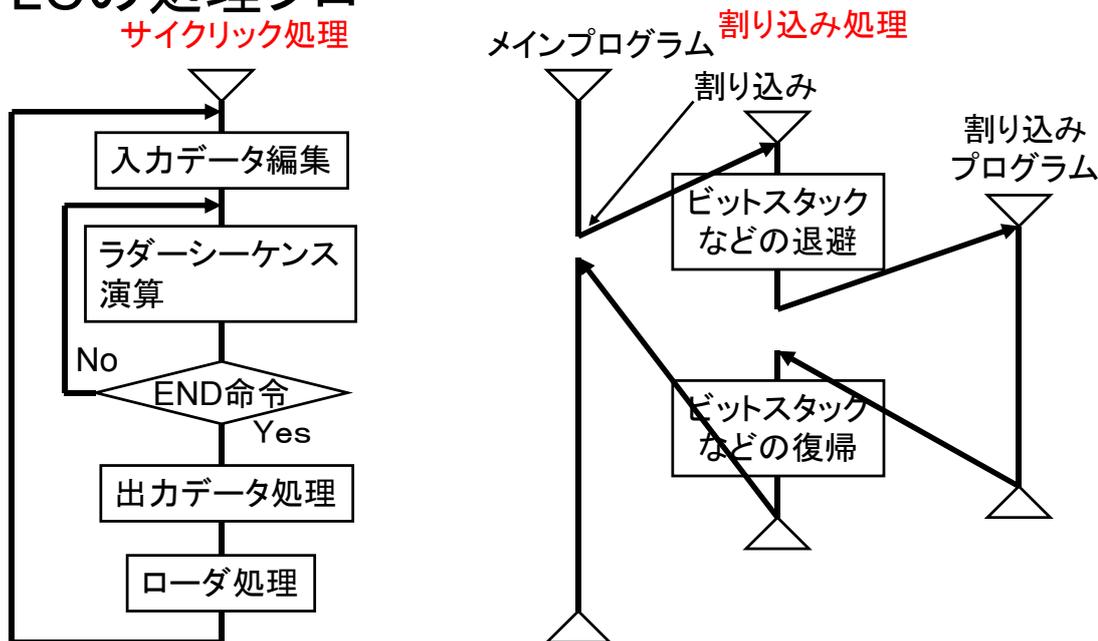
b. PLCの制御方式

- 数値・データを扱うワード処理
- オン・オフ信号を扱うビット処理
- プログラムの実行方式
 - ① サイクリック処理
 - 実行順序を意識しない方式
 - » シーケンス処理・並列動作
 - ② ステップシーケンス
 - 状態遷移図で表される動作を主体とした制御方式
 - » 順序制御・工程制御
 - ③ 割り込み処理
 - i. 定周期割り込み
 - ii. イベント割り込みによるプログラム起動
 - iii. 機能モジュールとの高速なインターフェース用割り込み処理

2.1 自動制御

2.1.3 シーケンス制御

• PLCの処理フロー



2.2 情報処理

2.2.1 情報処理の基礎

- 情報の取り扱いに関する三要素
 - ① 情報処理
 - ② 情報伝達
 - ③ 情報制御
- a. 情報の表現
 - アナログ量 連続な物理量として表せる量
 - 時間, 温度, 長さなど
 - デジタル量 離散的に数えられる量
 - 金, 個数, 人口
 - アナログ量をデジタル量で表現するには, 量子化が必要
 - 打ち切り誤差が含まれる(量子化誤差)

2.2 情報処理

2.2.1 情報処理の基礎

- 二進数
 - 10進法 人間生活で通常用いる(基数10)
 - 2進法 コンピュータ内部で使用(基数2)
- 二進数での表現

$$b = b_m 2^m + b_{m-1} 2^{m-1} + \dots + b_1 2^1 + b_0 + b_{-1} 2^{-1} + \dots + b_{-n} 2^{-n}$$

$$= \sum_{j=m}^{-n} b_j 2^j$$

小数点以上は2の正の整数倍乗
 小数点未満は2の負の整数倍乗

2.2 情報処理

2.2.1 情報処理の基礎

b. 2進数とコード(数字・文字を対応させる表現の方法)

- EBCDICコード(Extended Binary Coded Decimal Interchange Code)
 - 拡張2進化10進コード。8ビット(1バイト)で一文字を表現。4ビットで0~9の10文字を表す(4ビットでは0~15まで表現可能)2進化10進コード(BCDコード)を拡張したもの。
- ASCII (American Standard Code for Information Interchange)コード及びJIS(Japanese Industrial Standard)コード
 - 情報交換用米国標準コード(ASCII)7ビットで、数字・ローマ字(大文字小文字)を表す
 - JISコードは、ASCII体系を8ビットに拡張。(カタカナを追加)
- JIS漢字コード
 - JIS規格(1978年)旧JIS漢字コードを制定。
 - 新JISコード(JIS X 0208-1997) 漢字6355文字・特殊・数字・ローマ字・かな・ギリシャ文字等524文字。2バイト表現16ビット。第一水準2965文字。第二水準3390文字。

2.2 情報処理

2.2.1 情報処理の基礎

c. 論理回路

- 1(真), 0(偽)の2値信号で表現
- 0,1を電圧レベルで表す
 - 正論理
 - 電圧の高いレベルを1,低いレベルを0とする。
 - 負論理
 - 電圧の高いレベルを0,低いレベルを1とする。

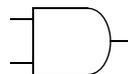
2.2 情報処理

2.2.1 情報処理の基礎

- 論理演算

- 論理回路の基本要素

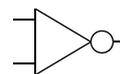
- AND回路(論理積)



- OR回路(論理和)



- NOT回路(論理否定)



- その他

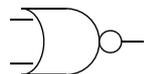
- ExOR回路(排他的論理和)



- NAND(NotAND)



- NOR(NotOR)



2.2 情報処理

2.2.1 情報処理の基礎

- 論理演算

真理値表	入力		出力				
	A	B	AND	OR	ExOR	NAND	NOR
	0	0	0	0	0	1	1
	0	1	0	1	1	1	0
	1	0	0	1	1	1	0
	1	1	1	1	0	0	0
論理記号							
論理式			$C = A \cdot B$	$C = A + B$	$C = A \cdot \bar{B} + \bar{A} \cdot B$ $= A \oplus B$	$C = \overline{A \cdot B}$ $= \bar{A} + \bar{B}$	$C = \overline{A + B}$ $= \bar{A} \cdot \bar{B}$

2.2 情報処理

2.2.1 情報処理の基礎

d. フリップフロップ

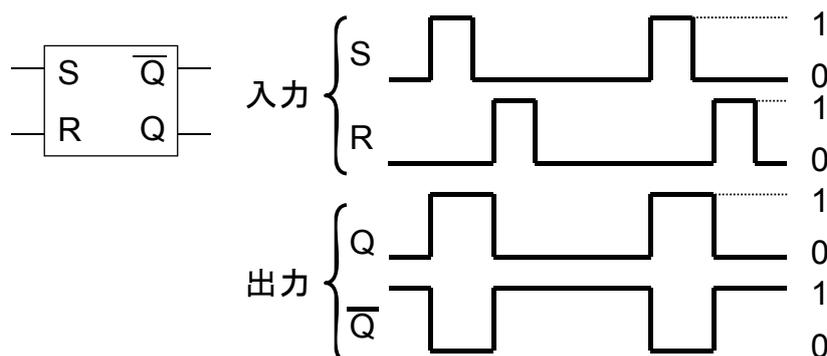
- 1と0の2つの安定状態を持つ。
 - 外部の入力条件により状態決定
 - 次に条件が与えられるまで, 状態を保持
 - 四種類ある。(RS,JK,D,T)

2.2 情報処理

2.2.1 情報処理の基礎

① RS (Reset Set)フリップフロップ

- セット又はリセットの入力により出力が決まる。
- セット・リセットの同時入力は禁止。



特性表

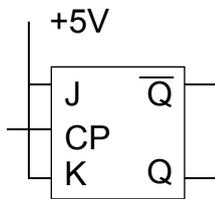
入力		次の状態	機能
S	R	Q_{n+1}	
0	0	Q_n	不変
0	1	0	リセット
1	0	1	セット
1	1	—	禁止

2.2 情報処理

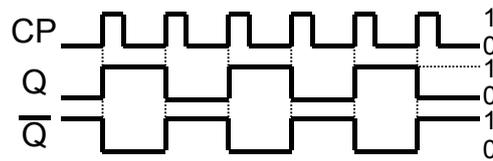
2.2.1 情報処理の基礎

② JKフリップフロップ

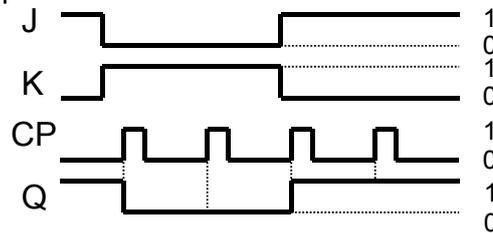
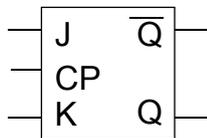
- RSフリップフロップのセット・リセット同時入力を許すもの。
- 同時入力時は, 出力が反転する。
- クロック(CP)付



T-FF動作



RS-FF動作



特性表

入力		次の状態	機能
J	K	Q_{n+1}	
0	0	Q_n	不変
0	1	0	リセット
1	0	1	セット
1	1	$\overline{Q_n}$	反転

2011年12月12日

自動制御及び情報処理

47

2.2 情報処理

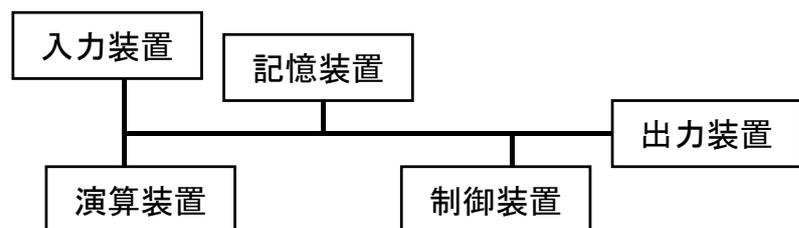
2.2.2 コンピュータの概要

1. コンピュータの構成

- ストアード・プログラム方式
 - プログラムとデータを順次取り出し・処理する

- 構成要素

- 入力装置
- 出力装置
- 制御装置
- 演算装置
- 記憶装置



2011年12月12日

自動制御及び情報処理

48

2.2 情報処理

2.2.2 コンピュータの概要

- 性能の表現
 - アクセス時間
 - データ読み出し
 - データ書き込み
 - 単位は μs , ns, ps
 - 記憶容量
 - データの格納容量
 - キャラクタ, バイト, ワード単位
 - Kキロ($1024=2^{10}$)
 - Mメガ($1024^2=2^{20}$)
 - Gギガ($1024^3=2^{30}$)
 - 処理性能
 - MIPS (Million Instruction Per Sec)

2.2 情報処理

2.2.2 コンピュータの概要

2. 主記憶の高速化
 - ① インターリーブ方式
 - メモリへのアクセス待ち時間を有効利用
 - 複数のメモリバンクに同時平行で読み書きを行なう
 - ② キャッシュメモリ方式
 - 使用頻度の高いデータを蓄積し, 主記憶へのアクセスを減らす
 - 中央処理装置と主記憶装置の間にキャッシュメモリを配置
3. 制御装置
 - ① プログラム制御
 - 主記憶装置に格納したプログラム, データの解読・処理を行う
 - ② 入出力制御
 - 入出力装置・記憶装置にデータ格納・表示を行う
 - ③ 演算制御
 - 記憶装置に格納されたデータを, 命令に沿って論理・四則演算する

2.2 情報処理

2.2.2 コンピュータの概要

4. 演算装置

- 論理・四則・比較演算を行う。各種演算回路・アキュムレータ(累算器)・レジスタで構成される。アキュムレータの内容と、各種データの内容を演算し、アキュムレータに格納する。
- コンピュータのビット数は、アキュムレータのビット数を指す。

5. 補助記憶装置

- 主記憶の容量を補う
- 大規模なファイルシステムを支援する
 - ・ 磁気記憶・光磁気記憶

2.2 情報処理

2.2.2 コンピュータの概要

・ 構成要素

– 記憶装置

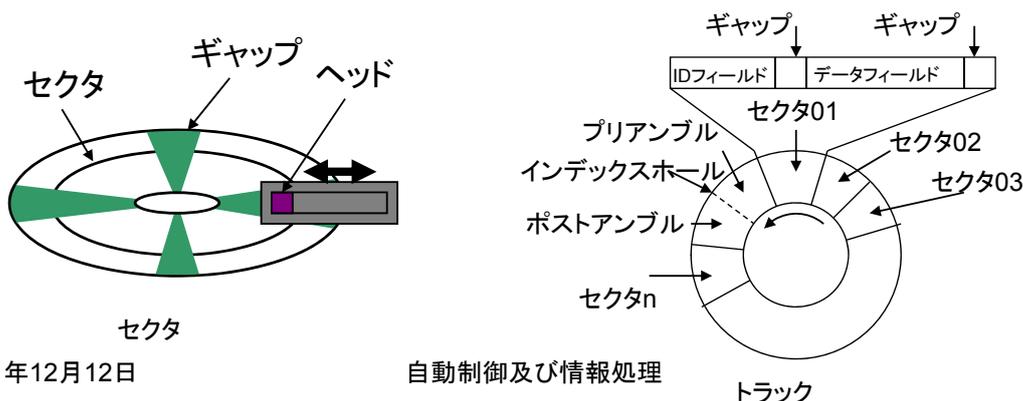
	媒体	アクセス 単位	アクセス 時間	容量
主記憶	半導体メモリ	ワード (4,8バイト)	数nsec	~GB
補助記憶	磁気ディスク	セクタ 512byte 1kbyte	数msec	~TB

2.2 情報処理

2.2.2 コンピュータの概要

- 記録の形式(磁気ディスク)

- 光(磁気)記憶媒体。照射したレーザの反射で2値を識別
- 磁気ディスクは、円周を1トラックの記憶位置とする。(トラックは同心円状に配置)
- 一つのトラックは、複数のセクタに分割される
- セクタが、読み書きの最小単位となる
- セクタ間にはギャップがあり、区切りされている。



2011年12月12日

自動制御及び情報処理

トラック

53

2.2 情報処理

2.2.2 コンピュータの概要

代表的リムーバブル記憶媒体

記憶媒体	R/RW	容量
フロッピーディスク	RW	1.44MB(2HD)
CD-ROM	R	650MB
CD-R	RW(一回)	650MB
CD-RW	RW	650MB
DVD-ROM	R	4.7GB(単層)
DVD-R(Ver.2.0)	RW(一回)	4.7GB
DVD-RW(Ver.2.0)	RW(1000回)	4.7GB
DVD-RAM	RW(100000回)	4.7GB
光磁気ディスク(MO)	RW	128/230/540/640MB
メモリカード	RW	~1GB
HDDカード	RW	~1GB

2011年12月12日

自動制御及び情報処理

54

2.2 情報処理

2.2.2 コンピュータの概要

インターフェース	接続機器と特徴	転送方式
IDE	内蔵HDD,CD-ROM等,4台まで	P
SCSI	HDD,CD-ROM等, 7台まで	P
ファイバチャネル	PC間, 周辺装置	S
RS-232C	モデム等	S
RS-422	RS-232Cの上位規格	S
PS/2	キーボード, マウス	S
USB	パソコンの周辺機器一般	S
IEEE1394	HDD,AV機器等	S
IrDA	ノートPC,携帯電話	S
GPIB	計測器制御	P
セントロニクス	プリンタ	P

2.2 情報処理

2.2.2 コンピュータの概要

・構成要素

6. 入出力装置 コンピュータの内部・外部間の情報の授受・交換を行う

- 補助記憶装置も入出力装置の一部である。
- 入力装置
 - キーボード
 - 読み取り装置
 - 紙テープ読取装置
 - カード読取装置
 - 文字入力
 - OCR 光学文字読み取り装置
 - OMR 光学マーク読み取り装置
 - MICR 磁気インク読取装置
 - バーコード読取装置 一次元, 二次元
 - 図形入力
 - 画像入力
 - » イメージスキャナ
 - » デジタルカメラ
 - 位置入力装置
 - » デジタイザ
 - » ライトペン
 - » マウス
 - 音声入力装置

2.2 情報処理

2.2.2 コンピュータの概要

- 構成要素
 - 出力装置
 - 穿孔装置
 - » 紙テープ穿孔装置
 - » カード穿孔装置
 - 印刷装置
 - » シリアルプリンタ ー文字ずつ印刷
 - » ラインプリンタ ー行ずつ印刷
 - » ページプリンタ ーページずつ印刷 レーザプリンタ等
 - 表示装置
 - » キャラクタディスプレイ装置 文字しか出ない
 - » グラフィックディスプレイ装置
 - プロッタ XYプロッタ, HPGL等
 - 音声出力装置

2.2 情報処理

2.2.3 データベース

1. ファイル処理システム(非データベース)
 - ファイル
 - 一まとまりのプログラム, データの集まり, ファイル名の辞書, 入出力機器を抽象化してアクセスできるようにしたもの
 - プログラムファイル
 - データファイル
 - スペシャルファイル
 - ディレクトリ(フォルダともいう。階層構造を作る。)
 - ファイル管理プログラム
 - 補助記憶領域の割り当て, 系統的なファイルの蓄積
 - プログラム実行中に指定されたファイルを参照
 - 原始的なファイル管理方法(DOS, Win95等)
 - ファイル割り当て表(FAT)
 - » ディスク内のクラスタの使用状況表
 - ディレクトリ
 - » ファイル名と記憶場所の対応表

2.2 情報処理

2.2.3 データベース

2. データベースの概念

－ データベースを使わない場合の問題点

- データが複数のファイルに分散するため、これらにまたがったデータの処理が面倒
- 複数のファイルで同一の内容が存在
- ファイルの構成を変えると、アプリケーションの変更が必要
- ファイルに互換性がない
- 処理業務毎にマスタファイルが必要
- データ・プログラムの一元管理ができない

2.2 情報処理

2.2.3 データベース

• データベースの概念

- － ファイル処理システムの問題を克服→データベース
- － 膨大な情報の中から必要とする情報を早く・正確に入手し活用するため、レコードを統一し、一元管理する

• データベースの目的

- － データの冗長性の排除 → データは唯一
- － データの一貫性の維持 → 冗長性を無くすと、一貫的になる
- － データの独立性 → 複数のプログラムで同一データを使用可能にする
- － データの安全性の確保 → アクセス制限等のデータの機密保持
- － データの保全性の確保 → 不具合発生時のデータベースの回復機能

2.2 情報処理

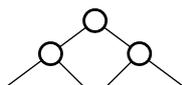
2.2.3 データベース

3. リレーショナルデータベースの特徴

– データモデル

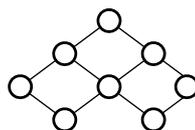
- データ項目の論理的な関連付け

階層モデル



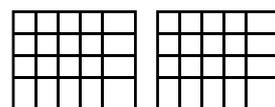
データの親子関係
を表すモデル

ネットワークモデル



データの依存関係
を表すモデル

リレーショナルモデル



表

データ関係をテーブル形式
で表すモデル

2.2 情報処理

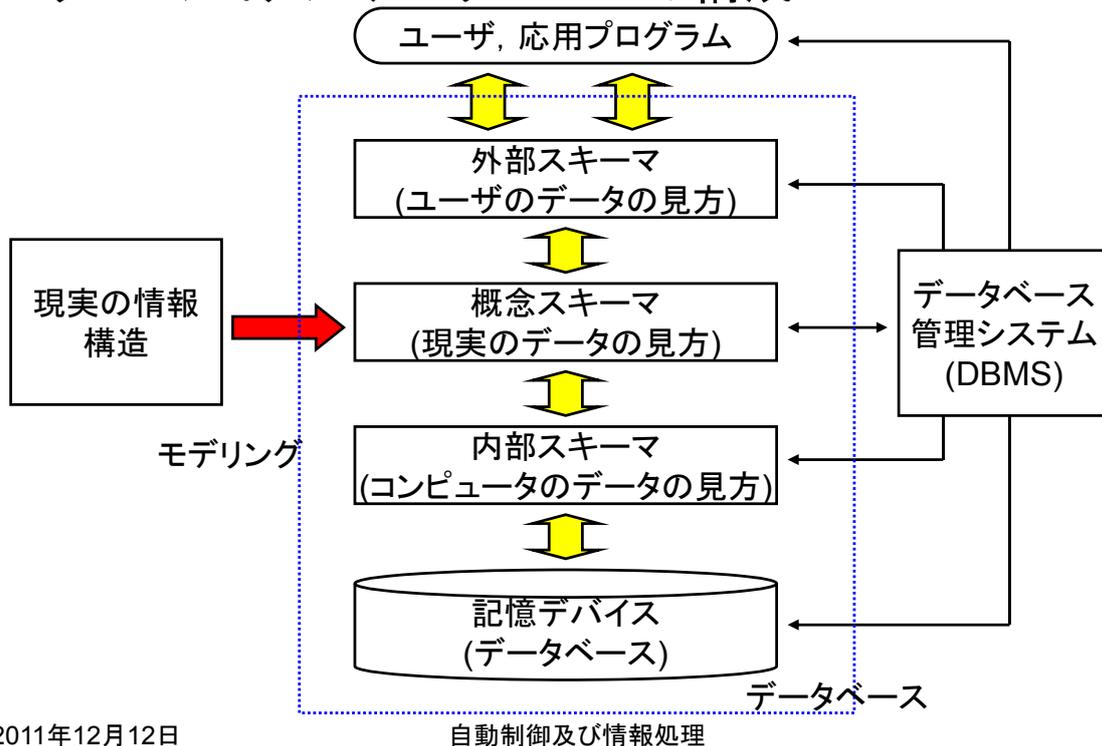
2.2.3 データベース

- データ項目間の依存関係を表で表現
- テーブル形式で構造化
- テーブルで表したデータの集合→リレーション
- 特徴
 - 単純な表現形式
 - 理論的
 - データ管理のOSがある
 - データの独立性
 - システム変更が簡単

2.2 情報処理

2.2.3 データベース

・リレーショナルデータベースの構成



2011年12月12日

自動制御及び情報処理

63

2.2 情報処理

2.2.3 データベース

4. データベースアーキテクチャ

a. ホスト中心形

- ・強力なメインフレームがデータをすべて管理
- ・端末は入出力処理のみ行う

b. クライアント・サーバ形

- ・データベースは、ネットワーク上のデータサーバに持つ
- ・アプリケーションは、クライアントが持つ
 - アプリケーションの要求に対して、サーバが処理結果をクライアントに返す。(アプリケーションと、DBMSが別に存在)

c. 分散システム形

- データベースがいくつかのシステムに物理的に分散する
- データベースの処理要求に対して、DBMSが所在を判断し、処理要求を実施する。

2011年12月12日

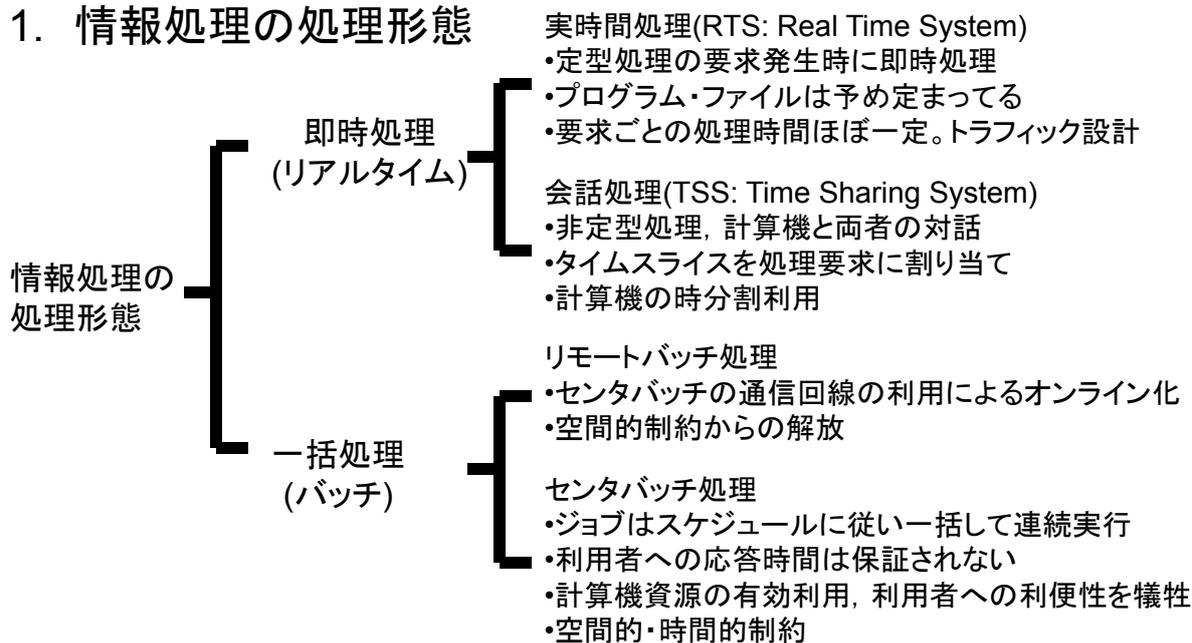
自動制御及び情報処理

64

2.2 情報処理

2.2.4 データ伝送

1. 情報処理の処理形態



2.2 情報処理

2.2.4 データ伝送

- ① オンライン
 - 端末とホストが接続された状態
- ② オフライン
 - 接続せず, 端末で処理
- ③ リアルタイム処理
 - 常にホストと端末をつなぎ, 処理要求を即時に処理
- ④ バッチ処理
 - 処理をためておいて, 一括で処理する。

2.2 情報処理

2.2.4 データ伝送

2. データ通信ネットワーク

- 構内ネットワーク
 - LAN (Local Area Network)
 - 企業内の情報共有
- 広域ネットワーク
 - WAN (Wide Area Network)
 - 広い地域のコンピュータやLAN同士を結ぶ

3. LANの構成

- 伝送媒体

- ① 撚り対線(ツイストペアケーブル)
 - 取り扱い容易
 - ~1Mbps, 最近はxDSLのように高速通信も可能
- ② 同軸ケーブル
 - ノイズに強い
 - ベースバンド
 - ブロードバンド
- ③ 光ケーブル
 - ノイズに強い
 - 高速
 - 高価

通信媒体	イーサネット	伝送速度	最大長	コスト	特徴
ツイストペアケーブル	10BASE-T	10Mbps	100m	低	安価 設置が容易
同軸ケーブル	10BASE5	10Mbps	200m	中	信頼性 柔軟性 経済性
光ファイバケーブル	100BASE-FX	100Mbps	2km	高	高速 大容量 電気雑音に強い

2011年12月12日

自動制御及び情報処理

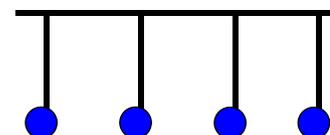
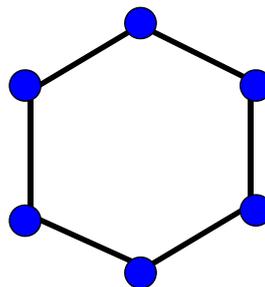
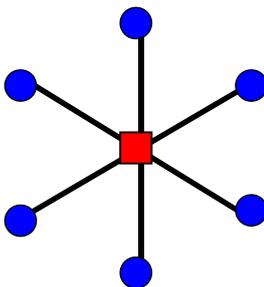
67

2.2 情報処理

2.2.4 データ伝送

- 接続形態(トポロジー)

- ① スター形
 - 配線変更, 増設, 障害場所の特定が容易, 中央の故障で機能喪失
- ② リング形
 - 配線変更, 延長, 障害場所の特定が容易, 一つのノード故障が他へ影響
- ③ バス形
 - 障害が発生しても他への影響少ない。ケーブル敷設費高, 変更難, 障害手特定難しい



2011年12月12日

自動制御及び情報処理

68

2.2 情報処理

2.2.4 データ伝送

4. データ通信

– 伝送方式

① パラレル伝送

- 並列の通信回線で、連続するビットをそのまま同時に伝送
- 伝送速度速い。伝送線のコスト高い。

② シリアル伝送

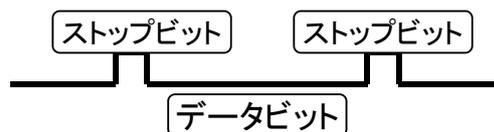
- 一ビットずつ逐次送る

a. 調歩同期式(非同期式)

- » 一文字毎、スタートビット、ストップビットで同期

b. 独立同期方式(同期式)

- » キャラクタ同期
同期用特殊文字(SYN)を使用。ブロック単位で同期
- » フラグ同期
何文字かでフレーム構成。フレーム前後にフラグを付加



2.2 情報処理

2.2.4 データ伝送

5. 伝送制御手順

– プロトコル

• データ転送における通信規約

- 電氣的規則
- 接続コネクタ
- 伝送制御手順

2.2 情報処理

2.2.4 データ伝送

① ベーシックモード伝送制御手順

a. コンテンション方式

- 送信要求信号
- 受信可能信号
- データ伝送

b. ポーリング/セレクトイング方式

- 送信要求の有無を順に問い合わせ(ポーリング)
- 送信時, 受信の可否の問い合わせ(セレクトイング)

2.2 情報処理

2.2.4 データ伝送

② HDLC伝送制御手順

- データをフレームに格納
- 任意のデータ長
- 高速
- 高信頼性



F:フラグシーケンス, A:アドレス, C:制御情報, FCS:フレームチェックシーケンス
HDLC信号

2.2 情報処理

2.2.4 データ伝送

6. インターネットとTCP/IP

- 1969年米国国防総省高等研究計画局
(Advanced Research Projects Agency: ARPA)
のARPANET
- TCP/IP (Transmission Control Protocol
/Internet Protocol)の通信プロトコルを用いる
- OSI参照モデル

2.2 情報処理

2.2.4 データ伝送

- OSI (Open System Interconnection)基本参照モデル

層	名前	機能・規定対象
第7層	応用層	アプリケーション固有の通信処理・手順を規定
第6層	プレゼンテーション層	データのフォーマットを規定
第5層	セッション層	データ通信開始・終了の管理
第4層	トランスポート層	通信プロセスの伝送路
第3層	ネットワーク層	経路選択, アドレス管理
第2層	データリンク層	隣接機器間でのデータ転送
第1層	物理層	伝送媒体, コネクタ, ピン形状