AUTOMATICA

PW: elebio

Testo: Bolzern, Scattolini, Schiavoni "Fondamenti di Controlli Automatici"

Automation: insieme di apparati di movimentazione del sistema industriale
1947

Primo esempio di Robot, nell'antica grecia (Apollonio Rodio), il gigante Talos. Costruito da Efesto, donato a Minosse, per difendere l'isola di Creta.

Nell'Iliade vengono citate "ancelle robotiche" e tripodi che servivano gli dei.

Archimede allestì macchine che afferrassero, alzassero e affondassero le navi nemiche.

Sviluppo dei "meccanismi in feedback"

- Grecia: misurare correttamente lo scorrere del tempo (300 a.C. → 270 a.C.) Orologio ad acqua (Ctesibio)
- Europa: rivoluzione industriale (1600)
  comunicazione di massa, prima e seconda guerra mondiale
- Conquista dello spazio

Altri esempi di automazione nella storia:
- Meccanismo a vapore per l'apertura delle porte di un tempio (I secolo d.C.) (Erone di Alessandria)
- Drebbel propose meccanismi di controllo della temperatura, nelle incubatrici da cova per le uova (Termostato Athanor)

- Regolatore centrifugo (Mead, 1787): Regolatore automatico per controllare la velocità di una macchina a vapore, basata sull'azione della forza centrifuga su 2 masse.

- Filatoio meccanico (1768)

Rivoluzione industriale

INDUSTRIA 4.0: integrazione nei sistemi attraverso l'interconnessione e la condivisione di dati come fondamento per aumentare la produttività e migliorare l'efficienza.

SMART FACTORY: 1) SMART SERVICES
2) SMART ENERGY

É necessaria un' interconnessione tra sistemi fisici e sistemi informatici.

TECNOLOGIE ABILITANTI

1) AMS: sistemi di movimentazione automatica dei materiali e robotica avanzata. Lavoro in serie con stampi.

2) AM (Additive Manufacturing): sistemi di produzione additiva che aumentano l'efficienza dell'uso dei materiali. (stampante 3D)
   ↓ lavoro in aggiunta, non sottrazione. Necessita di un modello.
   Permette la personalizz. del modello.

3) REALTÁ AUMENTATA: sistemi di visione con R.A. per aiutare operatori a svolgere meglio le attività quotidiane.
Arricchimento della percezione sensoriale umana.

4) SIMULAZIONE: costruzione di modelli matematici per determinare una strategia da applicare a una certa situazione

5) INTEGRAZIONE VERTICALE: integrazione e scambio di informazioni in orizzontale e in verticale, dal produttore al consumatore.

5) INTEGRAZIONE ORIZZONTALE: integrazione dei processi produttivi.
Prevede reti connesse di sistemi cyber-fisici e aziendali che introducono nuovi livelli di automazione, flessibilità ed efficienza operativa nei processi di produzione.
pto critico (protezione delle inform. e dati)

6) INDUSTRIAL INTERNET OF THINGS (IIoT): comunicazione tra elementi della produzione, non solo all'interno dell'azienda ma anche all'esterno attraverso internet.

7) CLOUD: distribuzione di servizi di calcolo, gestione di dati su sist. aperti.

8) CYBER-SECURITY: aumento delle interconnessioni interne ed esterne.

9) BIG DATA ANALYTICS: come gestire l'analisi dei grandi dati attraverso sistemi aperti che permettono previsioni o predizioni.

"Le grandi sfide appartengono agli ingegneri, è necessario avere coscienza di causa riguardo ai grandi temi"

IN PILLOLE

La robotica nasce dall'idea di costruire macchinari in grado di eseguire in modo automatico i lavori tipici dell'uomo.

Il primo ideatore e creatore di tali macchinari è Efesto (creò Talos) e già nell'Iliade sono citate "ancelle robotiche d'oro" e Tripodi al servizio degli dei.
Le stesse macchine da guerra di Archimede furono applicaz. dell'automatica. (III sec a.C.)

La nascita moderna dei controlli automatici si lega al concetto di FeedBack → MECCANISMO in grado di MISURARE e CORREGGERE con un'azione di CONTROLLO l'uscita di un SISTEMA DINAMICO.

Dal Meccanismo di controllo della Temperatura (Drebbel 1620), la Riv. Ind., le grandi Guerre, alla conquista dello spazio, compiendo innumerevoli applicazioni, ma già nel 270 a.C. ad Alessandria compariva l'orologio ad H_2O.
↓
appl. automatica di un galleggiante (CONTROLLORE) che REGOLA il flusso d'acqua in INGRESSO in modo lineare.

UMANO SISTEMA FEEDBACK:
controllore → cervello
attuatori → muscoli → eseguono azioni fisiche
sensori → vista e tatto → inviano segnali di ritorno

Trasformazione del concetto di RIVOLUZIONE INDUSTRIALE

MECCANIZZAZIONE → EN. ELETTRICA e PROD. DI MASSA → AUTOMAZIONE e ELETTRONICA → SISTEMI FISICI INFORMATIZZATI e RETE DATI TODAY 4.0
1784 1.0 | 1870 2.0 | 1969 3.0

Scopo del corso? Definizione del CONTROLLORE

Modellistica Matematica

SISTEMA: sistema semplice, o complesso, interagente (i suoi elementi costituenti interagiscono)

DINAMICO: quando evolve continuamente

INGRESSO e USCITA: cosa entra e esce da un sistema dinamico

DISTURBO: falla del sistema, qualcosa che sfugge, possono essere prevedibili o no.

REIEZIONE di un DISTURBO

INSEGUIMENTO degli INGRESSI

Keywords

STATI DI UN SISTEMA: entità che ci dà un'idea di cosa è successo nel passato e ci dà informazioni su cosa accadrà

Proprietà di sistemi dinamici

Un sistema dinamico è (la rappresentazione) un oggetto caratterizzato da GRANDEZZE che VARIANO nel tempo ed INTERAGENTI con l'ambiente esterno.

Un SISTEMA DINAMICO è spesso costituito da numerosi sottoinsiemi interagenti.

Problema di CONTROLLO: studiare come agire su un sistema per modificarne la naturale evoluzione e OTTENERE un COMPORTAMENTO DESIDERATO.

Devono essere:

1) CAUSALI => l'uscita non può dipendere dai valori futuri dell'ingresso

Possono essere:

2) STOCASTICI o DETERMINISTICI, se sono presenti o meno fenomeni aleatori nel legame INGRESSO-USCITA.

Sistema L.T.I. causale: $x(t) \rightarrow$ SISTEMA $\rightarrow y(t)$

MODELLISTICA

Approccio SPERIMENTALE o INDUTTIVO o approccio ANALITICO o DEDUTTIVO.

Approccio PRAGMATICO (uso un modello astratto ma è molto probabile che non funzioni).

SISTEMI CONTINUI LINEARI

MODELLISTICA: eq. diff./algebriche lineari

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu \\ y = Cx + Du \end{cases}$$

REALIZZAZIONE DEL SISTEMA DINAMICO

$A_{n\cdot n}, B_{n\cdot r}, C_{m\cdot n}, D_{m\cdot r}$

$u \in \mathbb{R}^r$
$x \in \mathbb{R}^n$
$y \in \mathbb{R}^m$

vettore degli ingressi

normalmente non c'è

approssimazione ideale (non reale)

Es.

$V = Ri$

$y = Du$

approssimazione macroscopica

Il sistema DINAMICO ha caratteristiche che variano al variare delle matrici:

PROPRIETÁ DI CONTROLLABILITÁ DEL SISTEMA DINAMICO

- A → stabilità del sistema
  - proprietà strutturali
- B → collegamento tra gli ingressi e le variabili di stato

hanno memoria dello stato iniziale

trovare un ingresso (funzione) che mi permette di passare uno stato a una condizione finale voluta.

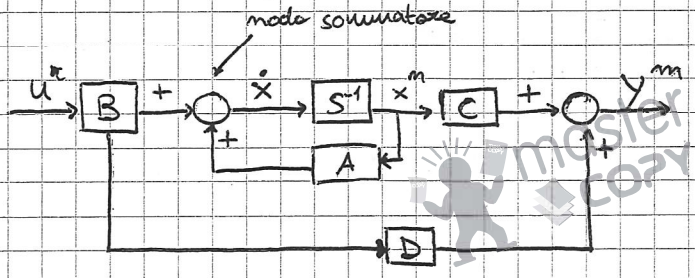
La coppia di matrici [A, C] evidenzia la PROPRIETÁ di OSSERVABILITÁ.

se il sistema a partire dall'USCITA permette di leggere la condizione (dedurre quanto vale) dello stato dinamico.

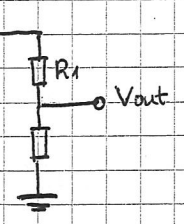
Proprietá strutturali: permettono l'azione da parte del controllista.

SCHEMA a BLOCCHI (DIAGRAMMA)

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu \\ y = Cx + Du \end{cases}$$



PARTITORE DI TENSIONE



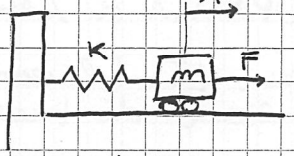
$$\alpha = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \qquad V_{out} = \alpha V_{iu}$$

$$A = B = C = 0, \quad D = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

SISTEMA MASSA-MOLLA

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = v \\ \frac{dv}{dt} = -\frac{K}{m}x - \frac{c}{m}v + \frac{1}{m}F \end{cases}$$

$$m\frac{dv}{dt} = -Kx - cv + F$$



$u = F$

x = vettore variabili di stato $= \begin{pmatrix} x \\ v \end{pmatrix}$

$$\begin{pmatrix} \frac{dx}{dt} \\ \frac{dv}{dt} \end{pmatrix} = \underbrace{\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{K}{m} & -\frac{c}{m} \end{pmatrix}}_{A} \begin{pmatrix} x \\ v \end{pmatrix} + \underbrace{\begin{pmatrix} 0 \\ \frac{1}{m} \end{pmatrix}}_{B} F$$

$$y = x = \underbrace{(1\ 0)}_{C}\begin{pmatrix} x \\ v \end{pmatrix} + \underbrace{(0)}_{D} F$$

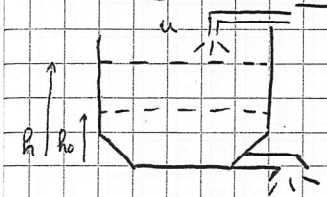
Uscita Posizione

$$\begin{pmatrix} \frac{dx}{dt} \\ \frac{dv}{dt} \end{pmatrix} = \underbrace{\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -\frac{K}{m} & -\frac{c}{m} \end{pmatrix}}_{A} \begin{pmatrix} x \\ v \end{pmatrix} + \underbrace{\begin{pmatrix} 0 \\ \frac{1}{m} \end{pmatrix}}_{B} F$$

$$y = v = \underbrace{(0\ 1)}_{C}\begin{pmatrix} x \\ v \end{pmatrix} + (0)F$$

Uscita Velocità

IL SERBATOIO non LINEARE



u = portata d'acqua
h = quota di livello
$A(h)$ sezione del serbatoio, funzione di h

[Incremento di volume a valvola di efflusso chiusa] ↓

$$\dot{h} = B(h)\cdot u$$

$$B(h) \equiv 1/A(h)$$

[Valvola di efflusso aperta] [Incremento di volume] →

$$\dot{h} = \frac{1}{A(h)}[u - y] \qquad y = K\sqrt{h}$$

$$\begin{cases} \dot{x} = f(x) + g(x)u \\ y = h(x) \end{cases}$$

$$\dot{h} = g(h) + u\cdot f(h)$$

$$\dot{h} = \frac{-K\sqrt{h}}{A(h)} + \frac{u}{A(h)}$$

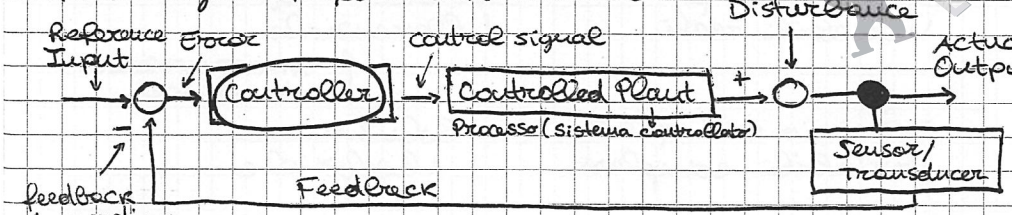
Funzione di Trasferimento

È il rapporto tra l'uscita e l'ingresso:

$$F(s) = \frac{\text{uscita}}{\text{ingresso}} = \frac{Y}{U}$$

ingresso → [F(s)] → uscita

The Origins of Feedback control



SISTEMA in FEEDBACK NEGATIVO

feedback in negativo dà origine a sistemi stabili (solitamente)

+ → solitamente, al contrario, non dà sistemi stabili