

MODELLISTICA DEI SISTEMI MECCANICI

LEZIONE 1

02-10-18

Prof. Gianluca Gotti, DIREG

Ricevimento: Mercoledì mattina
oppure appuntamento

Libri: "Meccanica Applicata alle Macchine",
"Robotica Industriale"

Materiale: Pannone MSSM 021018
con materiale vecchio (167058)

Esame: prova scritta con tre esercizi
progetto obbligatorio (2,3 persone)
prova orale: discussione progetto
(con relazione scritta) e teoria

Nella prima sessione: scritto + progetto
orale per eleggere il voto

Corso su:

cinematica dei sistemi multi-corpo e le
dinamiche dei sistemi oscillanti.

Un sistema meccanico è un insieme di corpi (Links), collegati tra loro tramite i giunti (Joints), che possono essere attivi o passivi (giunti fissi)

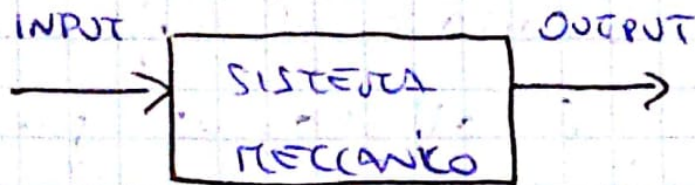
Dalla comprensione di un sistema reale si deve ottenere, sulla base di un suo modello semplificato, un sistema matematico. Questo passaggio impone delle enumerazioni, che lo rendono meno complesso. Una di queste è l'enumerazione dei corpi rigidi, che non siano deformabili.

Un modello matematico è utilizzato per:

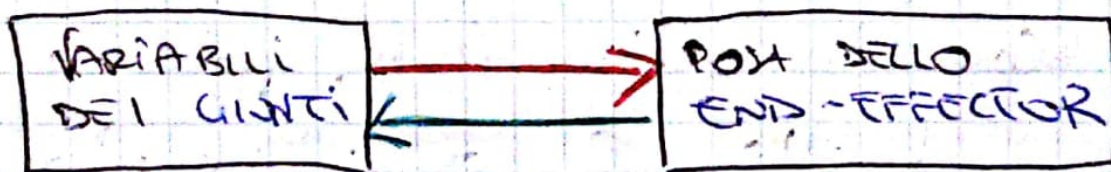
- prevedere il comportamento del sistema.
- progettare il sistema stesso, in modo da ottenere il sistema migliore, che soddisfa le specifiche richieste

Un buon modello matematico non deve essere necessariamente complesso, ma deve essere significativo, rappresentare il

meglio il sistema reale. Questo per poter copiare e definire il comportamento del sistema.



Se si considera un braccio robotico come esempio:



Dove per POA si intende una definizione combinata tra la POSITIONE e l'ORIENTAMENTO.

Per passare da un sistema reale ad un suo modello si utilizza come strumento matematico, una matrice.

Dati i giunti si può ottenere la pose dello end-effector e viceversa.

I SOFTWARE MULTI-CORPO permettono di simulare il comportamento di dettaglio del sistema.

Ad esempio per valutare l'influenza di un corpo flessibile, l'effetto dei giunti, ecc. Un esempio di parti software è un tool di Matlab e Simulink: SimMechanics, per creare un sistema meccanico, utilizzando i blocchi di Simulink, potendo poi vedere in diretta il comportamento del sistema meccanico.

Un software multi-body:

- permette di analizzare sistemi complessi, testando le varie sottostrutture per poi assemblarle;
- permette di predire il comportamento FEA, in termini che si riferisce all'analisi della flessibilità dei corpi e quanto questa incide nelle

performance del sistema meccanico;

ENERGY HARVESTING

"Recupero di Energia", in unione fuer-
tita, prodotto da dispositivi portatili, per
sostituire o ricaricare batterie.

Si utilizza soprattutto per alimentare i sen-
sori di monitoraggio, che possono avere
varia applicazione, sia in ambito scien-
tifico che industriale.

L'energy harvesting sfrutta la minima
presenza di energia, che continuamente
andrebbe persa, per alimentare piccoli senso-
ri, ad esempio delle vibrazioni.

L'ENERGY HARVESTER è, quindi, un dispo-
sitivo elettromeccanico, per il recupero di
energia.

Analisi è un'antenna meccanica, volta alla comprensione del suo funzionamento, può essere del tipo:

- CINETICA

studio del movimento senza conoscere le forze agenti nel sistema (l'obiettivo è l'identificazione dei vincoli esistenti,

- DINAMICA

studio del movimento su base delle forze agenti nel sistema. Lo studio dinamico presuppone l'aver ottenuto in precedenza un'analisi cinematica,

- STATICA

caso particolare della dinamica, per il quale l'obiettivo è quello di trovare il movimento,

Sintesi di un sistema meccanico

A differenza dell'analisi, non si può a disposizione il sistema. Può essere:

CINETICA

DINAMICA

L'ANALISI CINETICA DIRETTA è relativa al controllo dei prototipi, per comprendere il movimento dell'end-effector.

La CINETICA INVERSA riguarda, nota la pose dell'end-effector, il calcolo dei giunti.

La SINTESI CINETICA permette di stabilire il meccanismo da utilizzare e come deve essere dimensionato per realizzare il sistema meccanico.

La INERZIA DINAMICA riguarda le proget-
tazioni di un sistema meccanico, affinché
può essere soddisfatti dei vincoli posti sul mo-
vimento.

WORKSPACE

Lo SPAZIO DI LAVORO è quello all'interno
del quale il robot può muoversi. Può es-
sere limitato, almeno che intenzionalmente, en-
che intenzionalmente, e causa delle dimensio-
ni del braccio.

Si può considerare, come esempio, il
caso di un robot manipolatore.

In genere lo spazio di lavoro reale è
un sottoinsieme di tutto workspace, che
è uno spazio di lavoro geometrico, che
non tiene conto di impatti o compen-
sazione con altri corpi.

ATTUATIONE

L'attuazione elettrica è quella più utilizzata, ma esistono anche quella pneumatica (travate in gas di pressione che causa il movimento di un pistone) ed idraulica (travate in fluido, in genere oli)

La differenza è che in quella idraulica si usa un fluido incompressibile, quindi i manipolatori devono sopportare grandi carichi (macchine di otturazione terna, le ruspe) mentre in quella pneumatica si utilizza un fluido comprimibile, il sistema di controllo è molto più complesso, perciò non si utilizza per sistemi programmabili, cioè non si può regolare la corsa del pistone e precimento, ma per sistemi on/off, perché sarebbe difficile.

mantenere le performance.

CAPACITA' DI CARICO (PAYLOAD)

E' il massimo carico lavorabile, cioè la massima capacità di carico che il robot-zingaro è in grado di sopportare nella sua configurazione peggiore, quella più estesa.

ACCURACY → PRECISIONE

REPEATABILITY → RIPETIBILITA'

Sono i due indici cui un robot manipolatore nello spazio di lavoro deve operare. Il carico del robot manipolatore nello spazio di lavoro. La misura è ripetibile, se ogni volta che questa viene effettuata, il risultato si mantiene pressoché lo stesso.

La misura è precisa se si mantiene, ogni volta, vicina all'obiettivo.

Esempio: fino al bersaglio

10

la ripetibilità: non si può modificare, e meno che mai si cambi il sistema necessario.

L'ERRORE SISTEMATICO è presente in tutte le misure ed è possibile correggerlo.

Ad esempio, dato una performance in cui si ha ripetibilità ma non precisione, si può correggere l'errore sistematico (nel tiro al bersaglio basta correggere le mire). Invece, se non si ha ripetibilità, (nel caso del tiro al bersaglio, sarebbe dire che il tiratore tiene il braccio), non si tratta più di errore sistematico.

ROBOT ANTROPOMORFO

Il suo movimento è sotto ad esempio il controllo del braccio umano (spalla, gomito e polso)

Qui manipolatore è costituito, quindi, da PRIMI GIUNTI e SECONDI GIUNTI (i primi sono più grandi e più rigidi nei movimenti; oppure più piccoli ma più operativi nel movimento, come il polso, per prendere oggetti con più facilità etc.)

I giunti possono essere PRISMATICI o ROTOIDALI

A seconda dello spazio di lavoro in cui si muove, può essere di tipo cartesiano, cilindrico, polare, antropomorfo, sfera, e ricorda delle caratteristiche proprie del manipolatore.

La robustezza è l'aspetto della tipologia, cioè la capacità delle strutture di resistere alle sollecitazioni.

I corpi rigidi, quindi, nell'ambito delle loro capacità di carico, riescono a

sopportare pressioni sollecitazioni.

I LINK sono infinitamente rigidi, sono i giunti ad essere soggetti a cedevolezza, detta SELETTIVA, perché dipende dal piano considerato (ad esempio se orizzontale o verticale).

Nel caso di manipolatori PICK & PLACE, gli attuatori sono a fine corsa durante la fase di "pick", per poi trovare a fine corsa, del lato opposto, nella fase di "place", non è possibile controllare, precisamente, cosa succede nel mezzo.

L'effetto si fa sentire, ad esempio, con tre giunti articolati, piccoli e compatti, come i giunti del polso.

Un robot, per avere una struttura rigida, deve essere costituito da link pesanti, ingombranti, perché si è

portati e mettere massa, affinché si
possa aspettare una maggiore capacità
di carico.

Ultimamente si cerca di usare link flessi-
bili, non più rigidi, puntando ad
un design LIGHTWEIGHT (cioè differen-
za del BULK), per ottenere maggio-
re velocità per gli attuatori, ridu-
cendo anche la massa delle strut-
ture. Però si presentano oscilla-
zioni, risonanze e performance basse.
Con le nuove tecniche ed i materiali
piezoelettrici passivi, è possibile avere, oltre
ad un controllore principale che con-
trolla i punti, un controllore secondario
che si occupa di connettere, dopo aver
misurato con un sensore di punti si-
fletti la struttura, questo fenomeno:
Smart Structure, tramite un attuatore 14