Ingegneria Biomedica



Sbobinature integrate con Slide

+

Introd. a Mattab e Simulink

Principi di Bioingegneria

Anno 2022/2023



Prof. Fortunato e Catrambone

A cura di



Deborah

Indice

Introduzione al Corso *1*

Cellula *5*

Tessuti Biologici *18*

Biomolecole *31*

Uomo Standard *41*

Catena d'Acquisizione di un Segnale Biomedicale *52*

Introduzione ai Segnali Biomedici *63*

Principi di Misure Elettroniche *74*

Materiali *81*

Trasformata di Fourier *111*

Analisi in Frequenza dei Segnali Fisiologici / Filtering *119*

Interazioni Elettromagnetiche coi Tessuti Biologici *127*

Bioimmagini *145*

Elaborazioni delle Bioimmagini *161*

Caratterizzazione Elettrica dei Materiali *173*

Modelli a Parametri Concentrati e Distribuiti *182*

Ordinary Differential Equation *193*

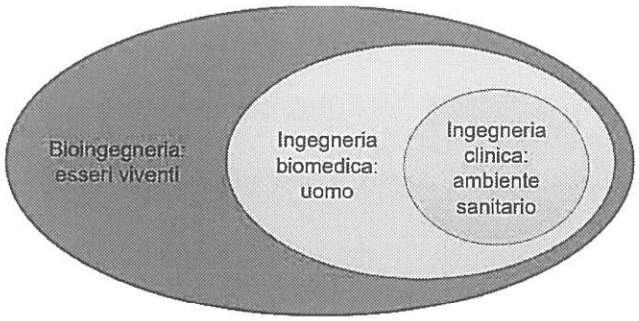
Introduzione a Matlab *197*

Introduzione a Simulink *247*

master copy COPISTERIA

Principi di Bioingegneria

Introduzione al corso 28/02/23



L'ingegnere biomedico applica i principi dell'ingegneria elettrica, meccanica, chimica, ottica e di altro tipo per comprendere, modificare o controllare sistemi biologici, nonché per progettare e fabbricare prodotti in grado di monitorare le funzioni fisiologiche e assistere nella diagnosi e nel trattamento dei pazienti.

Modelli in Bioingegneria

Hanno lo scopo di descrivere i fenomeni i sotto osservazione e possono includere un livello più o meno alto di informazione sulla fisiologia, possono essere usati per controllo ma anche per interpretare il funzionamento di un sistema biologico.

- *Modelli Descrittivi:* vengono utilizzati per descrivere i segnali e in genere le misure che vengono prelevate dal sistema, creano una rappresentazione matematica del segnale prescindendo dalle caratteristiche del processo che l'ha generato.
  Sono algoritmi universali, nel senso che possono essere applicati a tutti i segnali indipendentemente dalla loro origine.

$$X(k)=\frac{1}{N_0}\sum_{n=0}^{N_0-1}x[n]e^{\frac{-j2\pi kn}{N_0}} \qquad 0\le k\le N_0-1$$

$$x[n]=\sum_{k=0}^{N_0-1}X(k)e^{\frac{j2\pi kn}{N_0}} \qquad 0\le n\le N_0-1$$

  Un esempio è la Trasformata di Fourier, che è applicabile a segnali biologici.
  Tuttavia, presenta un limite in quanto descrive solamente il segnale senza predire l'evoluzione del sistema.

- *Modelli a Scatola Nera:* cercano di creare una legge matematica con un numero minimo di parametri per descrivere un sistema, in alcuni casi non è disponibile o accessibile un ingresso al sistema per cui si utilizza la strategia di avere un ingresso fittizio.

$$x(n)=-\sum_{k=1}^{p}a(k)x(n-k)+\sum_{k=0}^{q}b(k)u(n-k)=\sum_{k=0}^{\infty}h(k)u(n-k)$$

$$H(z)=\frac{\sum_{k=0}^{q}b(k)z^{-k}}{\sum_{k=0}^{p}a(k)z^{-k}}=\frac{B(z)}{A(z)}$$

  Un esempio è il Modello ARMA (Auto-Regressive Moving Average).
  I limiti di tale modello sono la rappresentazione complessa, il non poter trovare un giusto numero di parametri e il fatto che il legame fra struttura, parametri e misura fisiologica non sia diretto.

- *Interpretativi:* prevedono una corrispondenza diretta fra i parametri e il sistema stesso. I modelli Anatomo-Fisiologici presentano una corrispondenza completa con i parametri anatomo-fisiologici del sistema sotto studio e le equazioni che vengono utilizzate sono particolari, specifiche per il sistema sotto studio.
  I Modelli Artificiali descrivono apparti che hanno un funzionamento simile al sistema biologico sotto studio.
  Il modello anatomo funzionale viene tradotto in blocchi dei quali si conoscono le funzioni, analoghe a quelle del sistema biologico e il funzionamento di ciascun blocco può essere derivato da ripetute misure sui sistemi che si vogliono riprodurre.
  I vantaggi di tale modello sono:
  - Over fitting limitato dalla conoscenza a priori
  - Noto il significato dei parametri
  - Possibilità predittive per il singolo soggetto
  - Interpretazione di sistemi complessi

master COPY COPISTERIA

I limiti:

- Difficoltà di realizzazione per le limitate conoscenze delle proprietà chimico fisiche del sistema sotto studio
- Limiti nelle misure ad esempio legate al rumore
- Presenza di componenti non inserite nel modello

Grandezze Fisiche

Le grandezze fisiche sono grandezze misurabili (es. lunghezza, forza, volume, ecc.), mentre le grandezze non misurabili non sono grandezze fisiche (depressione, aggressività e stanchezza ecc.).
Serve un unità di misura che caratterizzi la grandezza ed è definita come il rapporto fra l'unità di misura e la grandezza stessa.
Esistono tantissime unità di misura ma in genere si sceglie di usare sono quelle che appartengono al *Sistema Internazionale (SI)* che è basato su 7 grandezze fondamentali e sulle loro unità di misura:

Grandezza fisica	Simbolo della grandezza	Nome dell'unità di misura	Simbolo dell'unità di misura
lunghezza	l	metro	m
massa	m	kilogrammo	kg
tempo	t	secondo	s
corrente elettrica	I	ampere	A
temperatura	T	kelvin	K
quantità di sostanza	n	mole	mol
intensità luminosa	i_v	candela	cd

master COPY COPISTERIA

Da queste grandezze se ne possono derivare delle altre e le unità di misura di quest'ultime sono ottenibili come prodotto o divisione delle unità di misura fondamentali.
Un esempio è:

GRANDEZZE DERIVATE	
volume	m^3
densità	$kg\ m^{-3}$
forza	$kg\ m\ s^{-2}$ (newton)
velocità	$m\ s^{-1}$
pressione	newton m^{-2} (pascal)
lavoro, energia, calore	$kg\ m^2 s^{-2}$ (joule)
carica elettrica	s · ampere (coulomb)

Esistono anche altri sistemi di misura oltre a quello internazionale:

GRANDEZZE FONDAMENTALI	S.I.	C.G.S.	SISTEMI PRATICI
massa	chilogrammo	grammo	grammomolecola
lunghezza	metro	centimetro	angstrom
tempo	secondo	secondo	minuto, ora
corrente elettrica	ampere		

Origine delle unità di misura delle grandezze fondamentali

-Tempo
Il secondo è la durata di 9.192.631.770 periodi della radiazione corrispondente alla transizione fra i due livelli iperfini dello stato fondamentale dell'atomo del cesio 133.

-Lunghezza
Il metro è la lunghezza del tragitto percorso dalla luce nel vuoto in un intervallo di 1/299 792 458 di secondo.

-Massa
Il kilogrammo è l'unità di massa; esso è pari alla massa del prototipo internazionale del kilogrammo.

-Temperatura
Il kelvin, unità di temperatura termodinamica, è la frazione 1/273,15 della temperatura termodinamica del punto triplo dell'acqua.

-Quantità di sostanza
La mole è la quantità di sostanza di un sistema che contiene tante entità elementari quanti sono gli atomi in 0,012 kg di carbonio 12. Il Numero di Avogadro, il cui valore approssimato è NA = $6{,}022 \times 10^{23}$, è il numero di entità elementari che costituiscono 1 mole.

-Intensità di corrente elettrica
L'ampere è l'intensità di una corrente elettrica costante che, mantenuta in due conduttori paralleli rettilinei di lunghezza infinita, di sezione circolare trascurabile, posti alla distanza di un metro l'uno dall'altro nel vuoto, produrrebbe fra questi conduttori una forza eguale a 2x10-7 newton su ogni metro di lunghezza.

-Intensità luminosa
La candela è l'intensità luminosa, in una determinata direzione, di una sorgente che emette una radiazione monocromatica di frequenza 540x1012 hertz e la cui intensità energetica in tale direzione è 1/683 watt allo steradiante. L'intensità luminosa è la grandezza fondamentale della fotometria.

-Angoli
Il radiante è l'angolo compreso tra due raggi di un cerchio i quali delimitano, sulla circonferenza del cerchio, un arco di lunghezza pari a quella del raggio.

Le grandezze derivate più comuni sono:

- Frequenza
- Forza
- Pressione
- Lavoro, Energia
- Potenza
- Carica elettrica
- Potenziale elettrico

  Ecc.

master COPY COPISTERIA

Prefissi per indicare multipli e sottomultipli dell'unità di misura:

Multipli			Sottomultipli		
deca	10	da	deci	10^{-1}	d
etto	102	h	centi	10^{-2}	c
kilo	103	k	milli	10^{-3}	m
Mega	10^{6}	M	micro	10^{-6}	µ
Giga	10^{9}	G	nano	10^{-9}	n
Tera	10^{12}	T	pico	10^{-12}	p
Peta	10^{15}	P	femto	10^{-15}	f
Esa	10^{18}	E	atto	10^{-18}	a