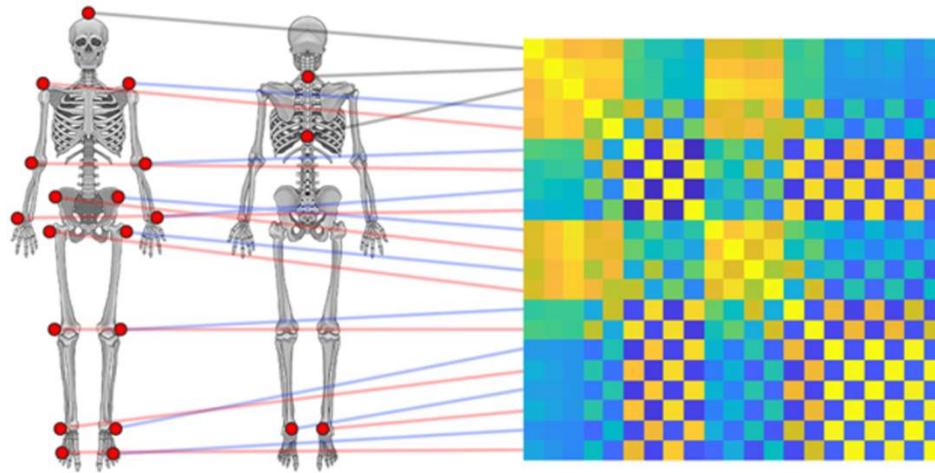


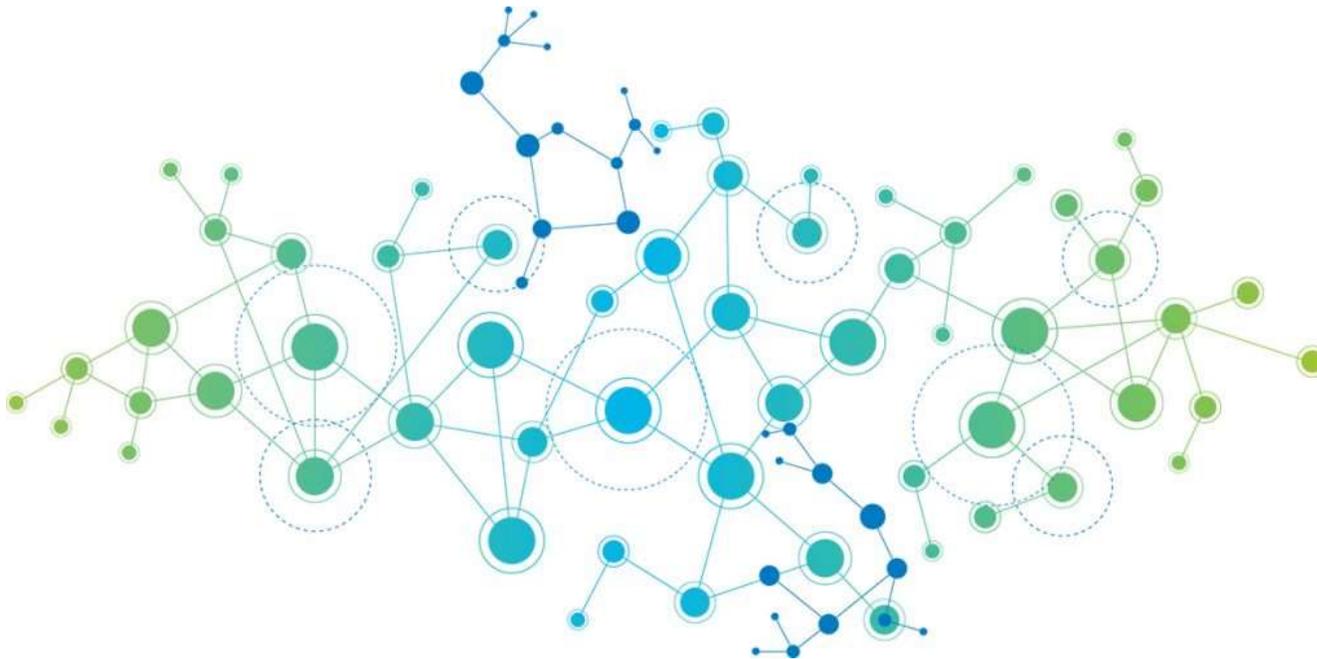
Network in movimento



Emahnuel Troisi Lopez
emahnuel.troisilopez@studenti.uniparthenope.it

Cos'è un network?

Comunemente definito “rete”, un network è una serie di connessioni che intercorrono tra diversi elementi.

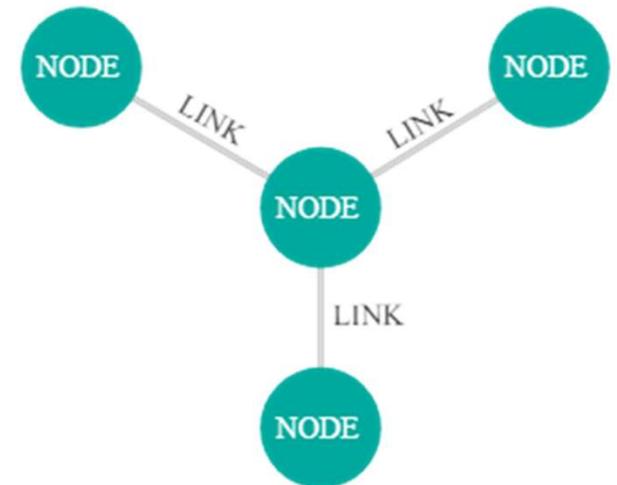


Elementi di base di un network

In un network gli elementi sono legati da connessioni.

Ogni elemento prende il nome di **nodo** (o vertice).

Ogni connessione prende il nome di **link** (o edge).



Tipi di connessione

Le connessioni tra gli elementi possono essere di tipo fisico o logico.

Connessioni fisiche: gli edge rappresentano un'entità fisica a tutti gli effetti, che fa da collegamento tra più elementi.

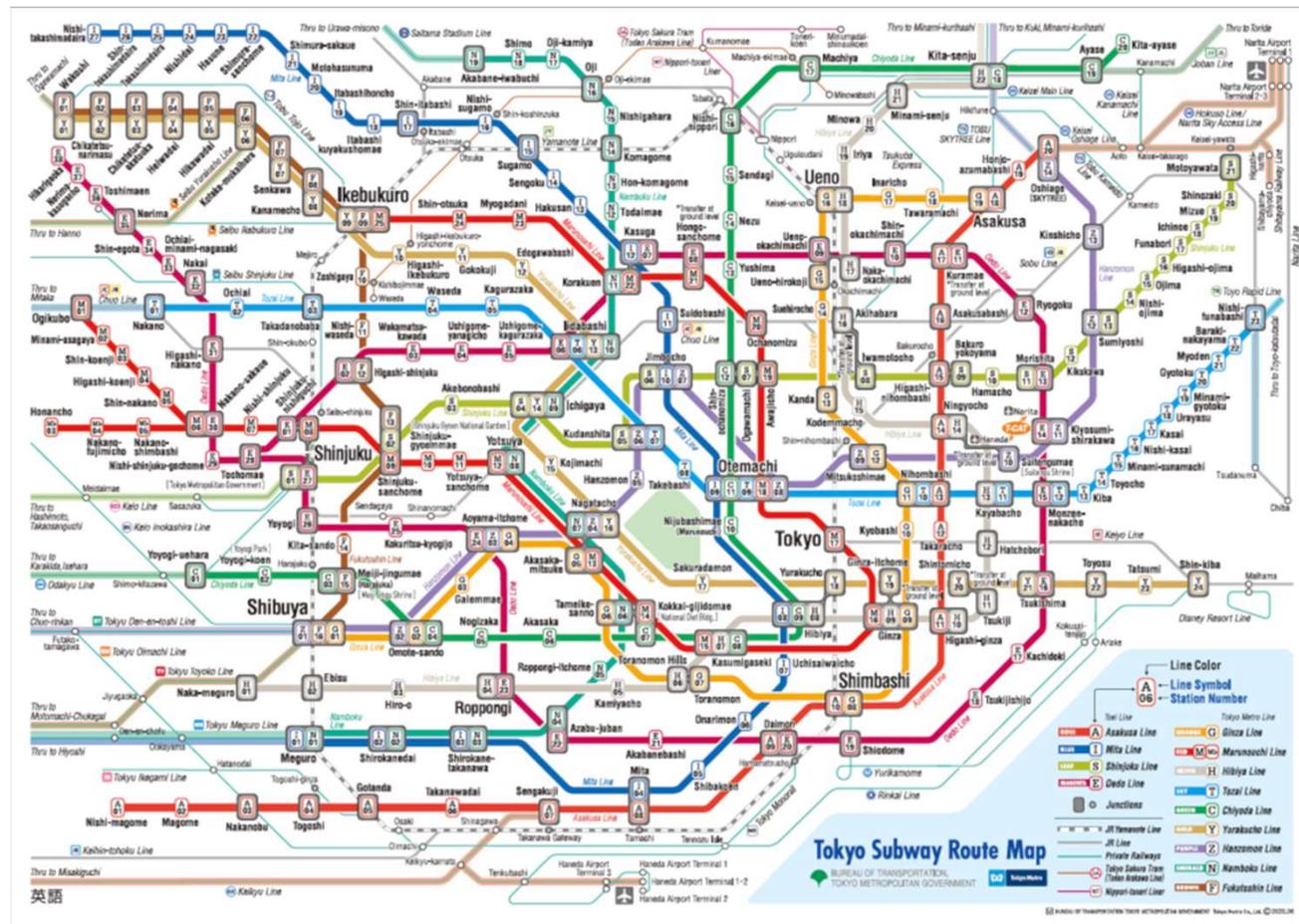
Connessioni logiche: il collegamento tra i nodi è di tipo astratto, di tipo logico/informativo.



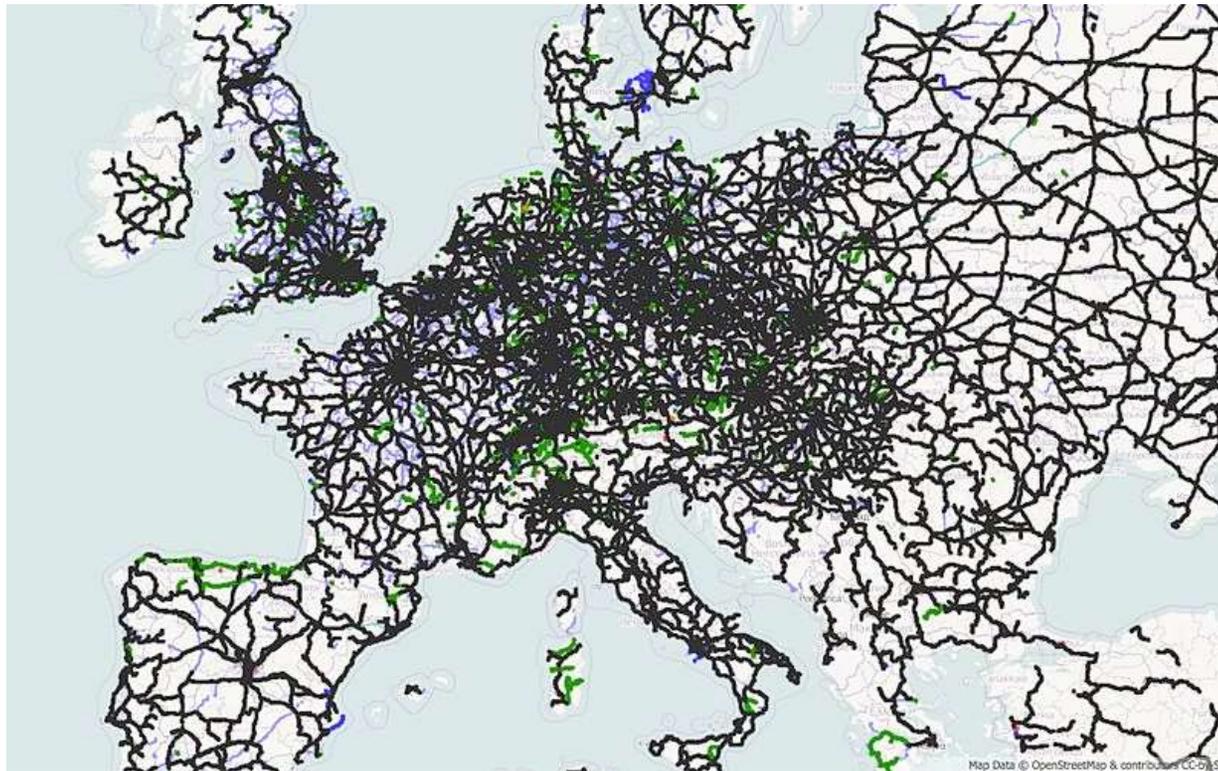
FAMILY TREE



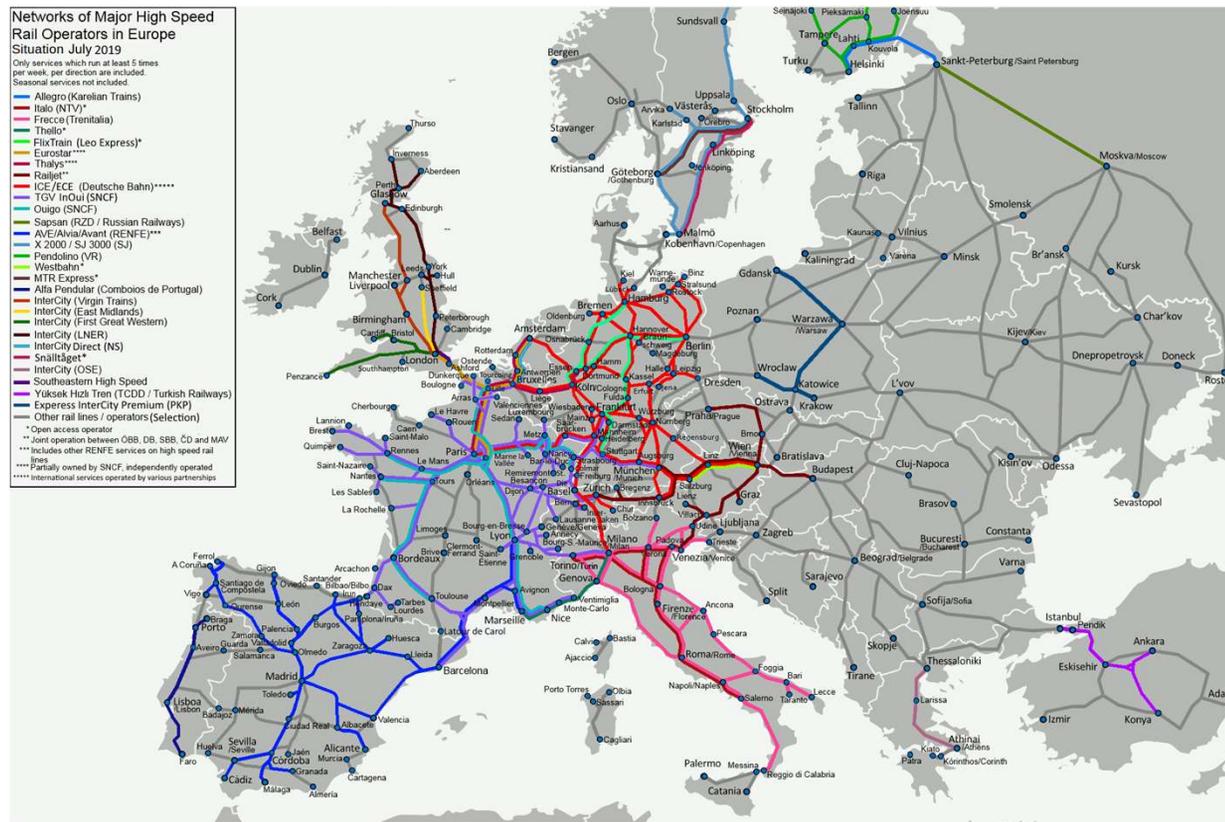
Esempi di network – Rete ferroviaria (Tokyo)



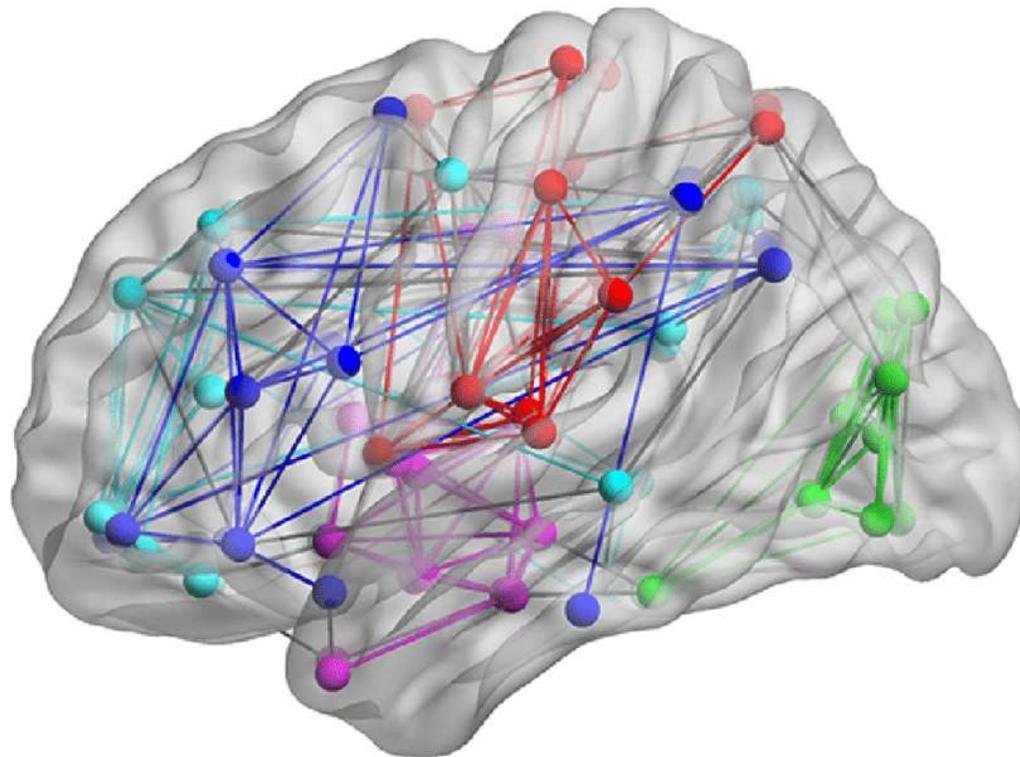
Esempi di network – Rete ferroviaria (Europa)



Esempi di network – Rete alta velocità (Europa)



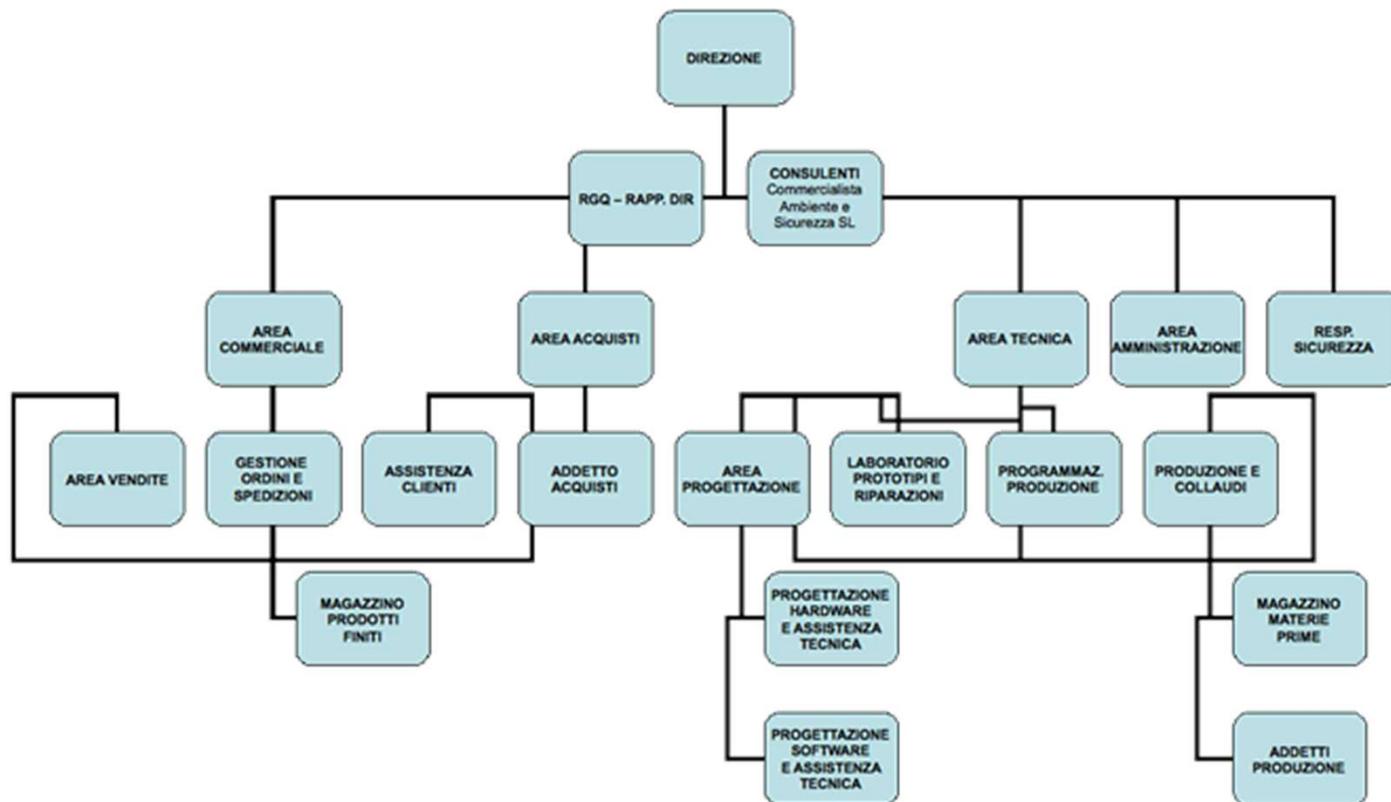
Esempi di network – Brain network



Esempi di network – Social network



Esempi di network – Organigramma aziendale



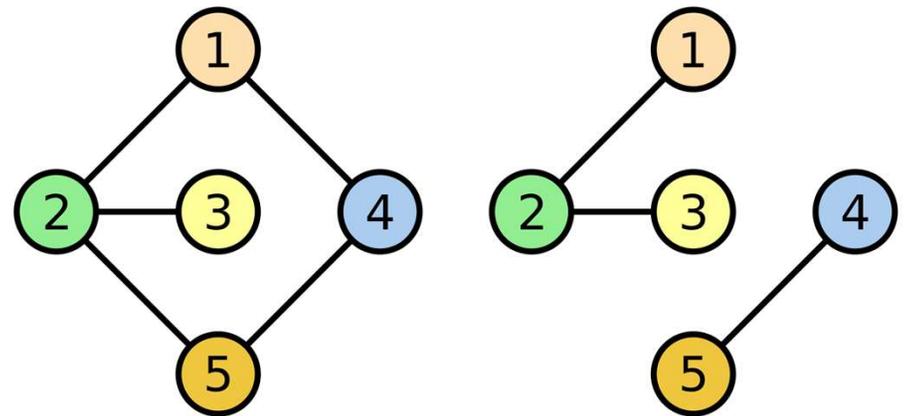
Come si studia un network?

Un network si può studiare mediante la topologia di rete.

La topologia (dal greco *tópos* = luogo, e *lógos* = studio, dunque "studio dei luoghi") è una branca della matematica che studia le proprietà degli oggetti matematici

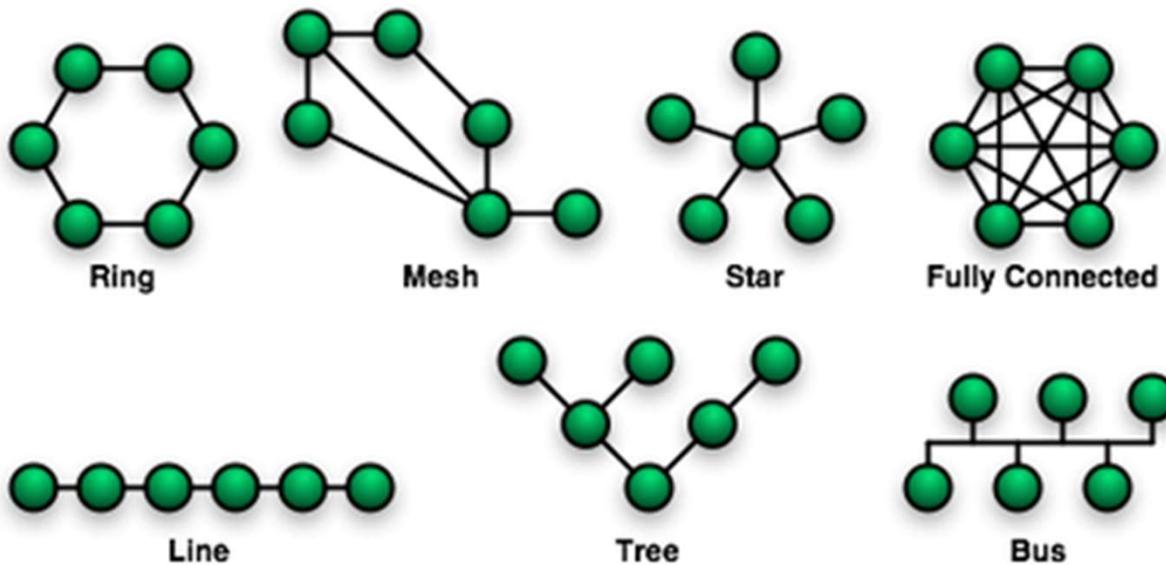
Si tratta di un modello il cui scopo è quello di rappresentare le connessioni tra diversi elementi.

La struttura matematica rappresentativa del network è il **grafo**.



Tipi di rete

Esistono infinite combinazioni nel generare una rete. Ad ogni modo esistono topologie elementari fondamentali rappresentative di determinate interconnessioni



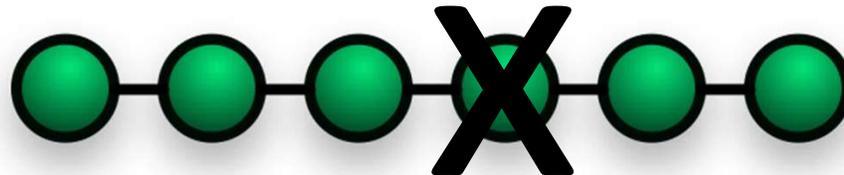
Caratteristiche delle reti

Le reti possiedono diverse caratteristiche tra cui:

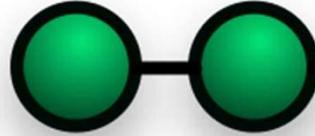
- Scalabilità: efficienza della risposta ai cambiamenti di dimensione



- Robustezza: resistenza al danno



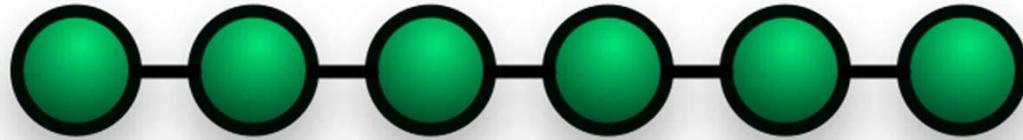
Topologia punto a punto



È il tipo più semplice di topologia.

Le comuni telefonate presuppongono reti point to point commutate. Ovvero ogni volta è possibile stabilire una topologia point to point tra due diversi nodi.

Topologia lineare aperta



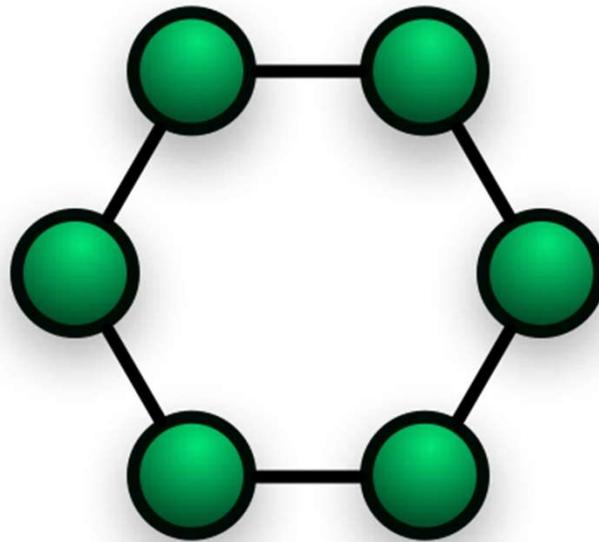
$$L = N - 1$$

Struttura lineare in cui I nodi sono collegati in sequenza.

Bassa scalabilità

Bassa robustezza

Topologia ad anello



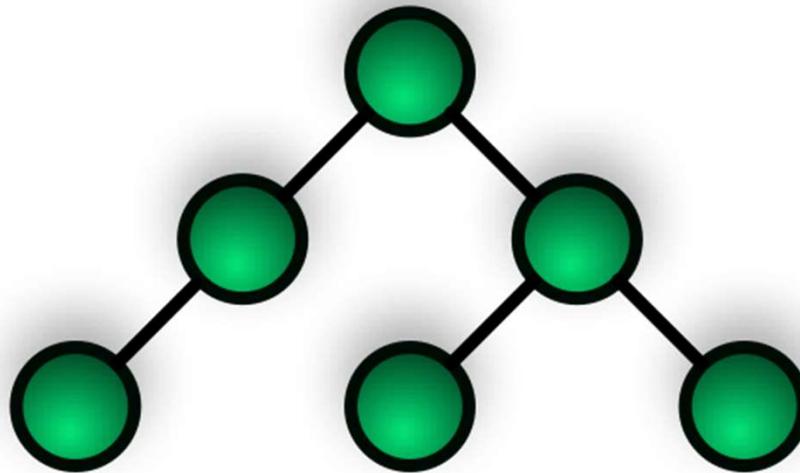
$$L=N$$

Struttura lineare di tipo chiuso.

Bassa scalabilità

Buona robustezza

Topologia ad albero



$$L = N - 1$$

Ogni nodo ha una sola provenienza, ma può avere più diramazioni.

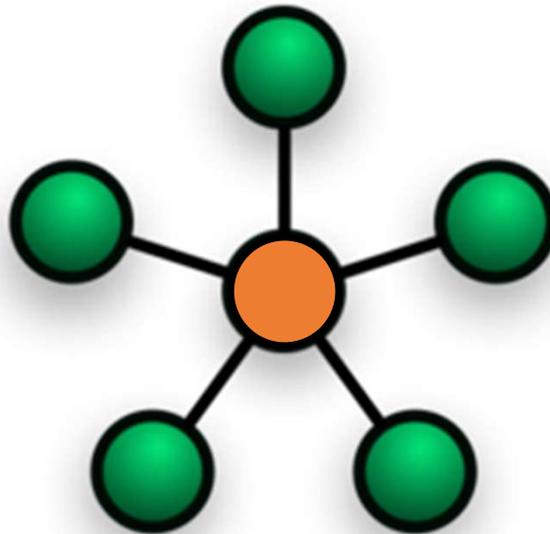
Il nodo originario da cui derivano tutti gli altri è detto root (radice).

I nodi terminali prendono il nome di leaf (foglie)

Alta scalabilità.

Alta affidabilità.

Topologia a stella



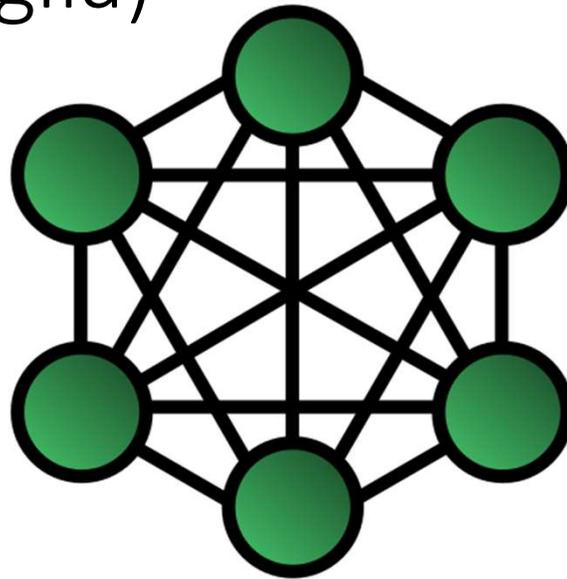
$$L = N - 1$$

Presenta un unico nodo radice centrale (hub) a cui sono collegati tutti gli altri.
Il nodo radice gestisce il passaggio di informazione tra tutti i nodi.

Alta scalabilità.

Alta robustezza (ma con rischio rottura nodo radice)

Topologia completamente connessa (Struttura a maglia)



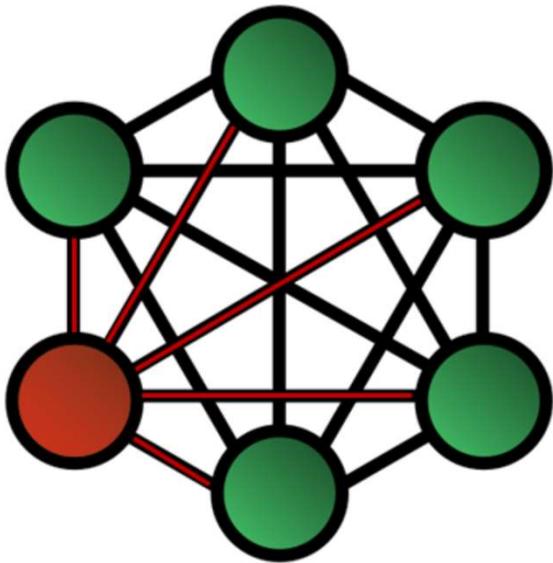
$$L = N * (N - 1) / 2$$

Elevata complessità: ogni nodo è collegato con tutti gli altri.

Estremamente robusta.

Scalabilità richiede operazioni computazionalmente costose.

Topologia completamente connessa (Struttura a maglia)



$$L=N*(N-1)/2$$

$$L=N*(N-1)/2$$

Se ho 6 Nodi -> $N-1 = 5$

ovvero il numero massimo di collegamenti per un solo nodo

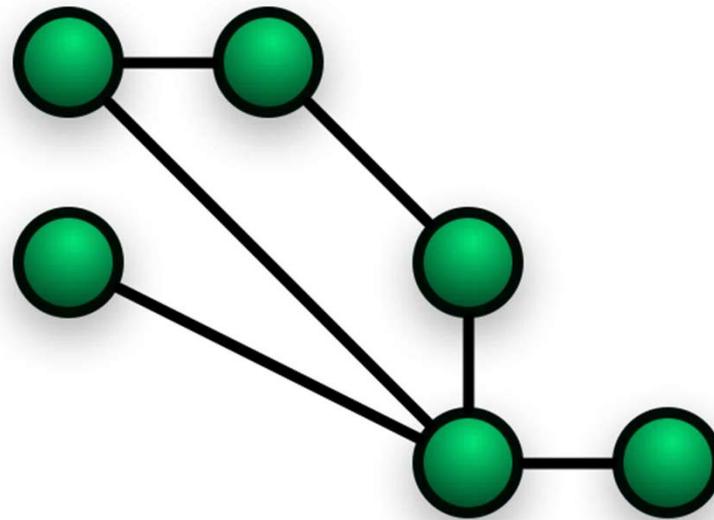
$$L=N*(N-1)/2$$

Ogni nodo può formare 5 collegamenti, quindi moltiplico $N-1$ (cioè 5), per il numero di nodi che ho a disposizione, cioè 6.

$$L=N*(N-1)/2$$

Con la moltiplicazione precedente ho per calcolato il doppio dei link, poiché, visto che un link collega due nodi (es. nodo A e nodo B), io l'ho contato sia come link che collega il nodo A al nodo B, sia come link che collega il nodo B al nodo A. Dividendo per 2, risolvo il problema ed ottengo il numero massimo di collegamenti del network.

Topologia parzialmente connessa (Struttura a maglia)



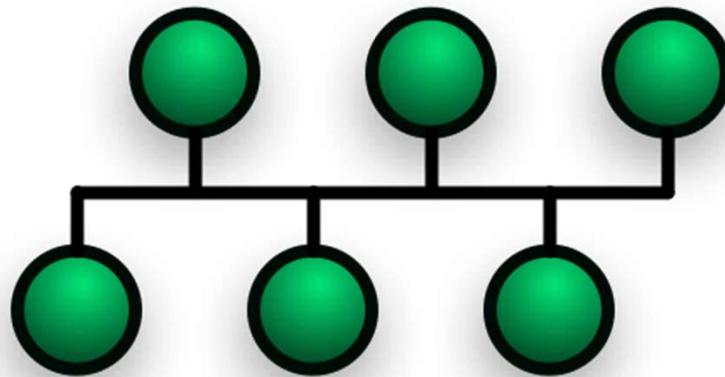
$$N-1 < L < N*(N-1)/2$$

Elevata complessità (ma inferiore alla rete completamente connessa)

Molto robusta.

Scalabilità richiede operazioni computazionalmente costose.

Topologia a bus

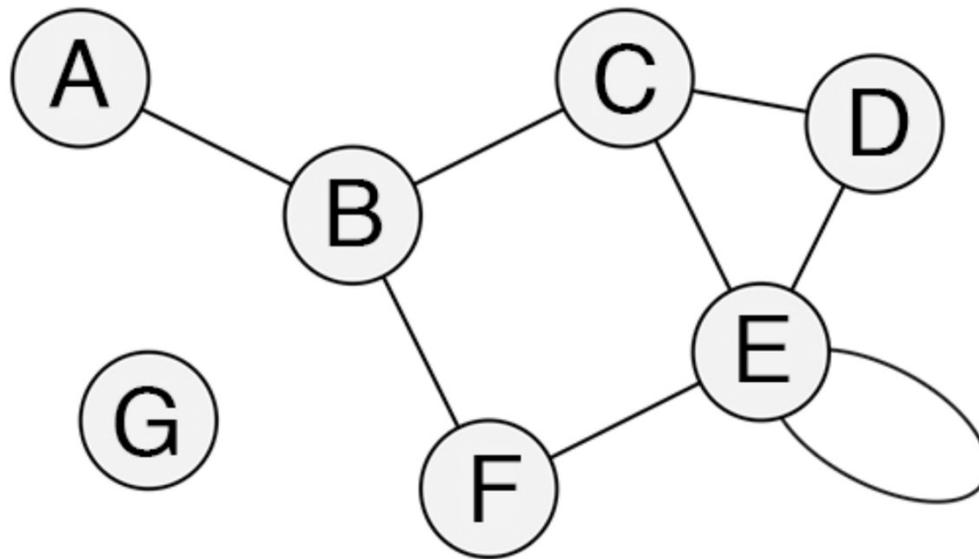


Elevata complessità (ma inferiore alla rete completamente connessa)

Alta scalabilità

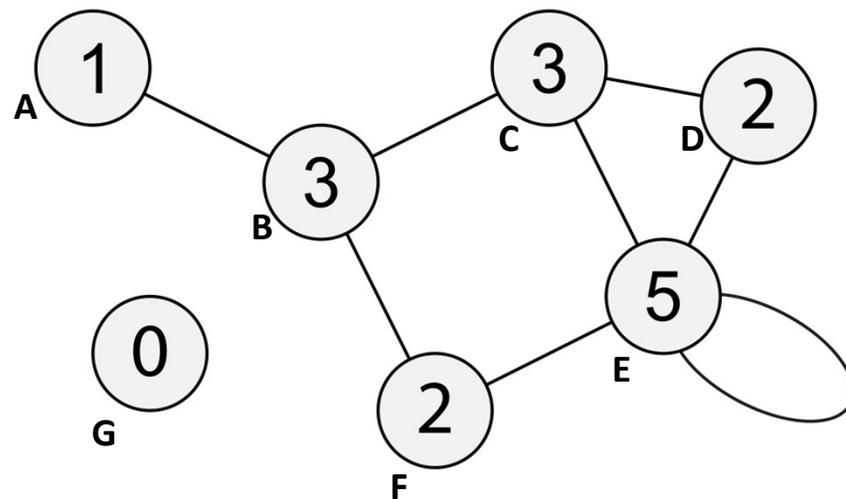
Discreta robustezza

Misure di topologia – Caratteristiche dei nodi



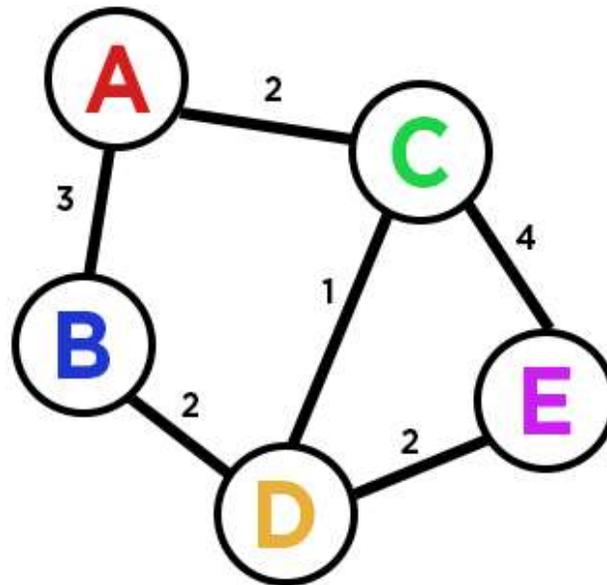
Misure di topologia - Degree

In un grafo, il degree (grado) di un nodo è dato dal numero di link che incidono su quel dato nodo.



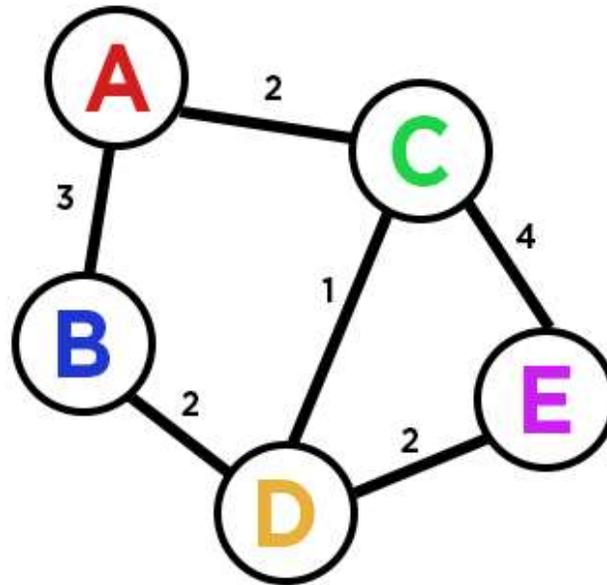
Grafi pesati

Un grafo può essere anche “pesato”. In questo caso ad ogni link è assegnato un valore, rappresentativo di una determinata caratteristica di quel collegamento

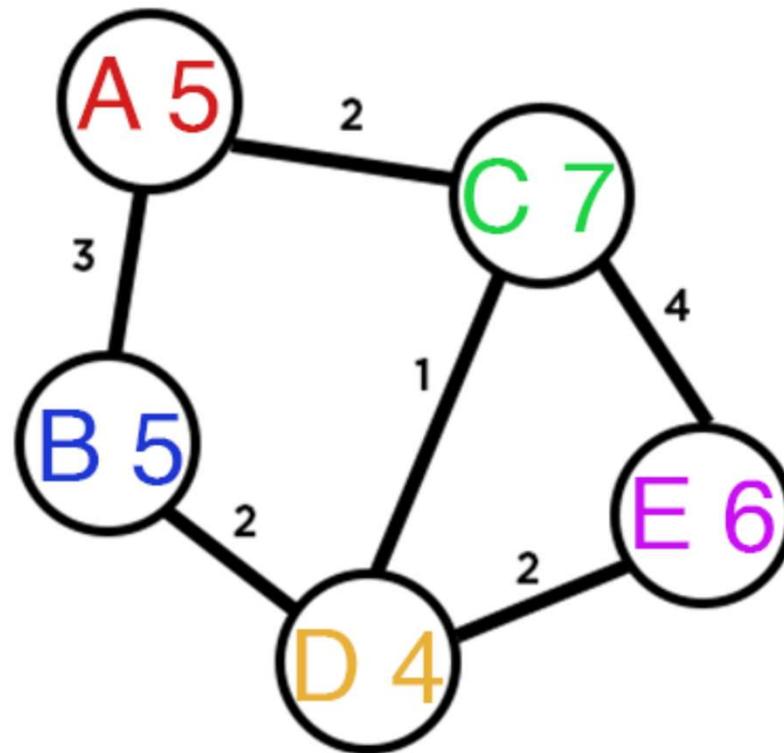


Misure di topologia – Nodal strength

Nel caso di un grafo pesato, anziché il degree, si può calcolare la nodal strength, costituita dalla somma dei pesi dei link connessi al nodo.



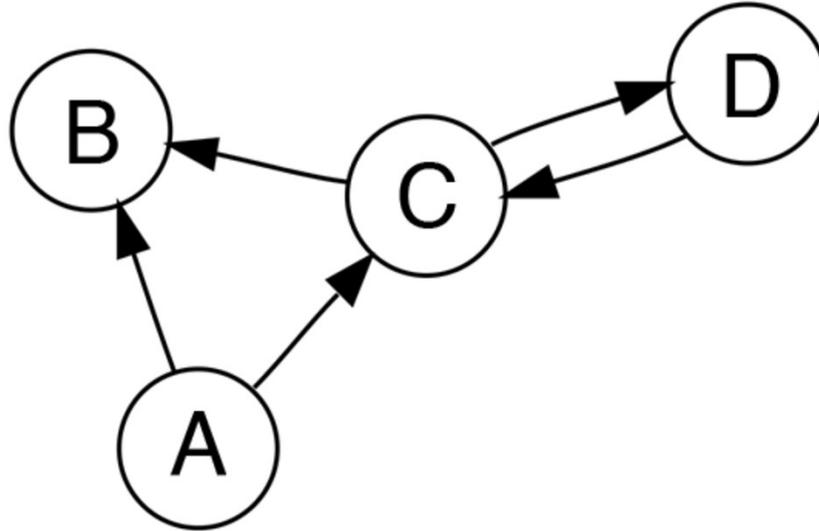
Misure di topologia – Nodal strength



Grafo orientato

Un grafo è orientato quando i collegamenti tra nodi sono orientati. È dunque noto il verso della comunicazione.

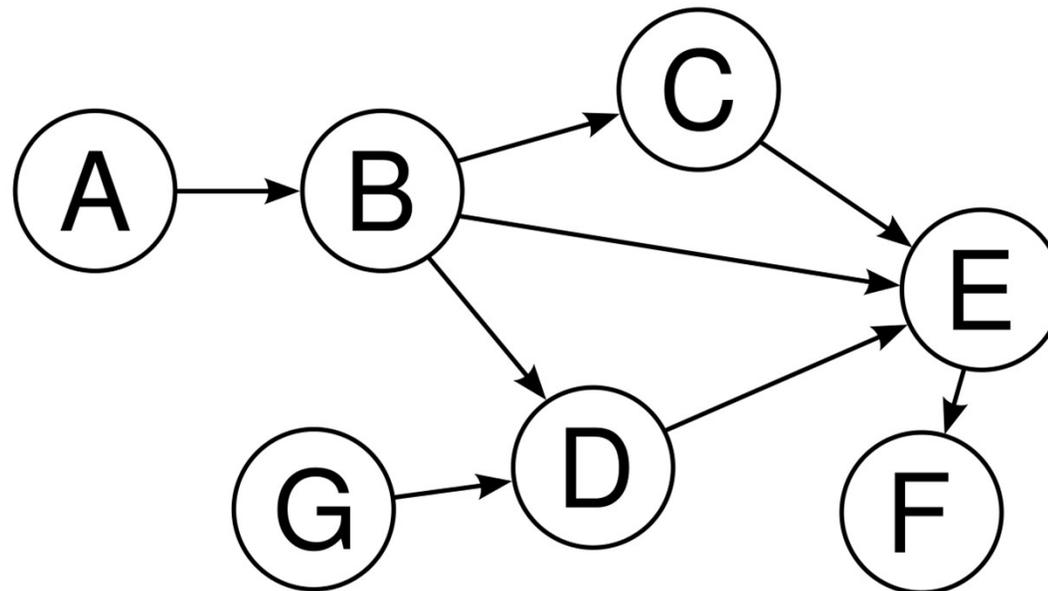
Es. il nodo A può inviare informazione al nodo B, ma il contrario non può avvenire. I nodi C e D possono inviarsi informazione reciprocamente.



Misure topologiche – in-degree | out-degree

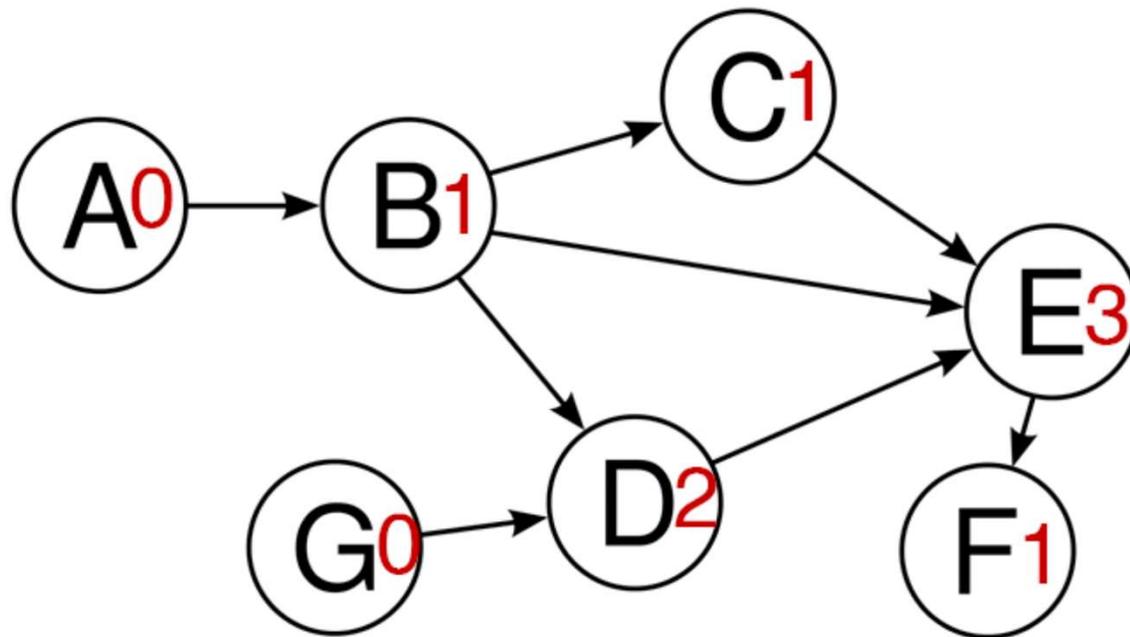
In-degree: somma dei collegamenti che puntano su un dato nodo

Out-degree: somma dei collegamenti che partono da un dato nodo



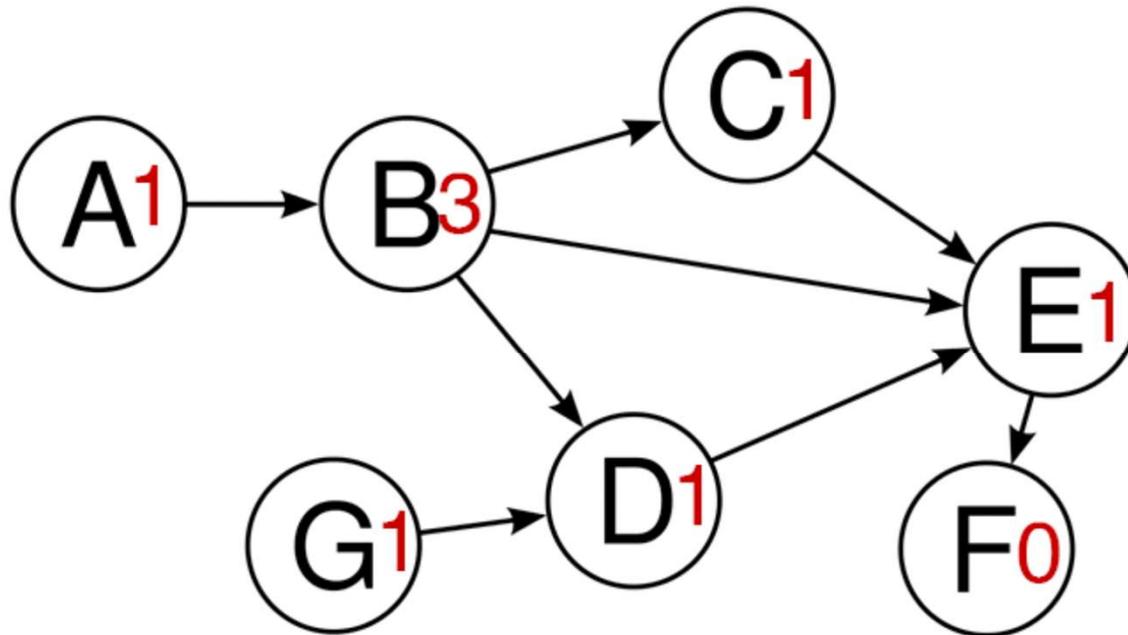
Misure topologiche – in-degree

In-degree: somma dei collegamenti che puntano su un dato nodo



Misure topologiche – out-degree

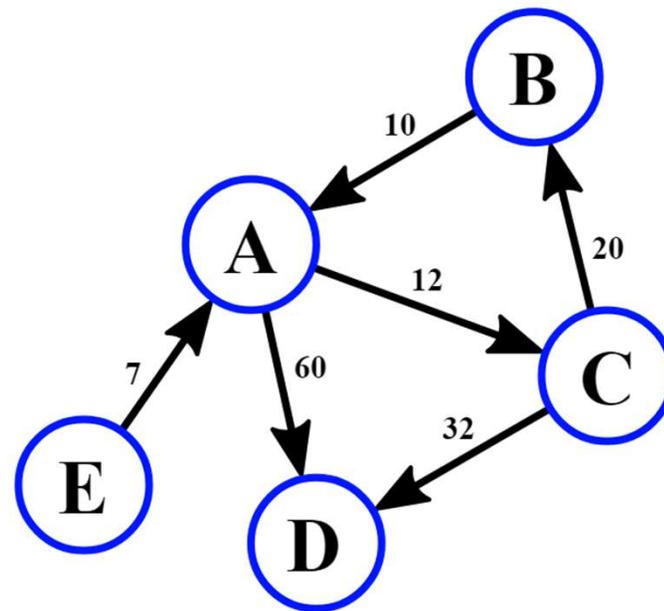
Out-degree: somma dei collegamenti che partono da un dato nodo



Misure topologiche – in-strength | out-strength

In-strength: somma dei valori dei collegamenti che puntano su un dato nodo

Out-strength: somma dei valori dei collegamenti che partono da un dato nodo

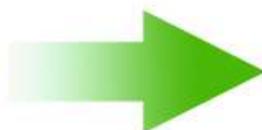
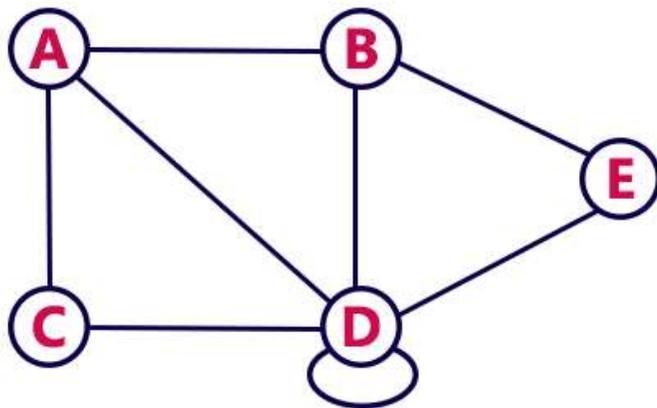


Cosa ci serve per costruire un grafo?

Ci serve una struttura che contenga informazioni circa la quantità di nodi ed i link che li riguardano.

Matrice delle adiacenze

È una struttura matematica formata da righe e colonne, rappresentative dei nodi del grafo.

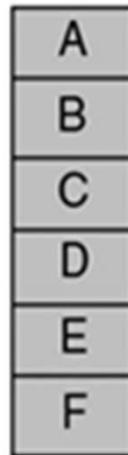
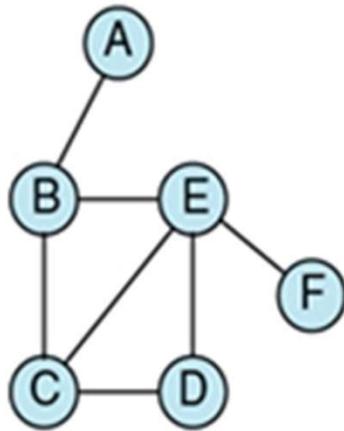


	A	B	C	D	E
A	0	1	1	1	0
B	1	0	0	1	1
C	1	0	0	1	0
D	1	1	1	1	1
E	0	1	0	1	0

Matrice delle adiacenze

Matrice di un grafo non orientato

La matrice è simmetrica rispetto alla diagonale principale



Vertex vector

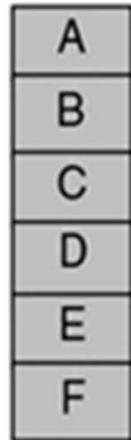
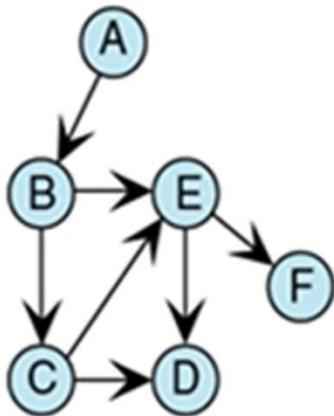
	A	B	C	D	E	F
A	0	1	0	0	0	0
B	1	0	1	0	1	0
C	0	1	0	1	1	0
D	0	0	1	0	1	0
E	0	1	1	1	0	1
F	0	0	0	0	1	0

Adjacency matrix

Matrice delle adiacenze

Matrice di un grafo orientato

La matrice non è simmetrica



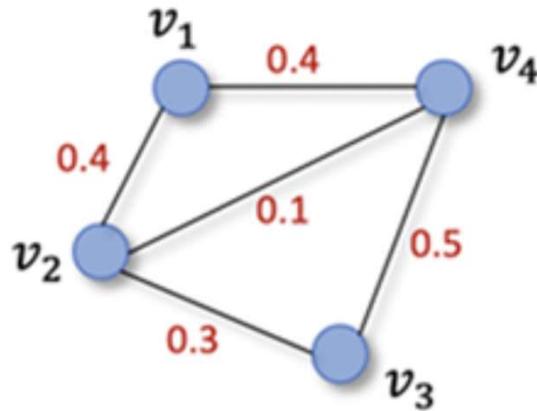
Vertex vector

	A	B	C	D	E	F
A	0	1	0	0	0	0
B	0	0	1	0	1	0
C	0	0	0	1	1	0
D	0	0	0	0	0	0
E	0	0	0	1	0	1
F	0	0	0	0	0	0

Adjacency matrix

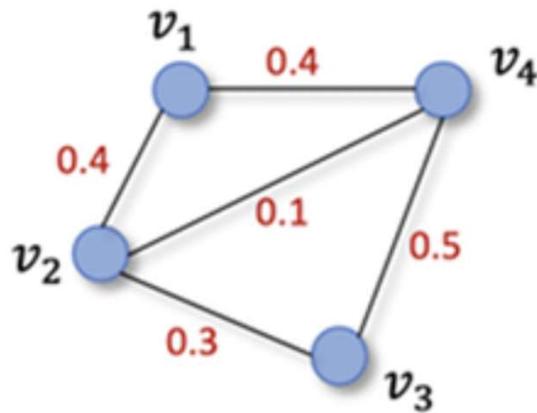
Matrice delle adiacenze

Matrice di un grafo pesato non orientato



Matrice delle adiacenze

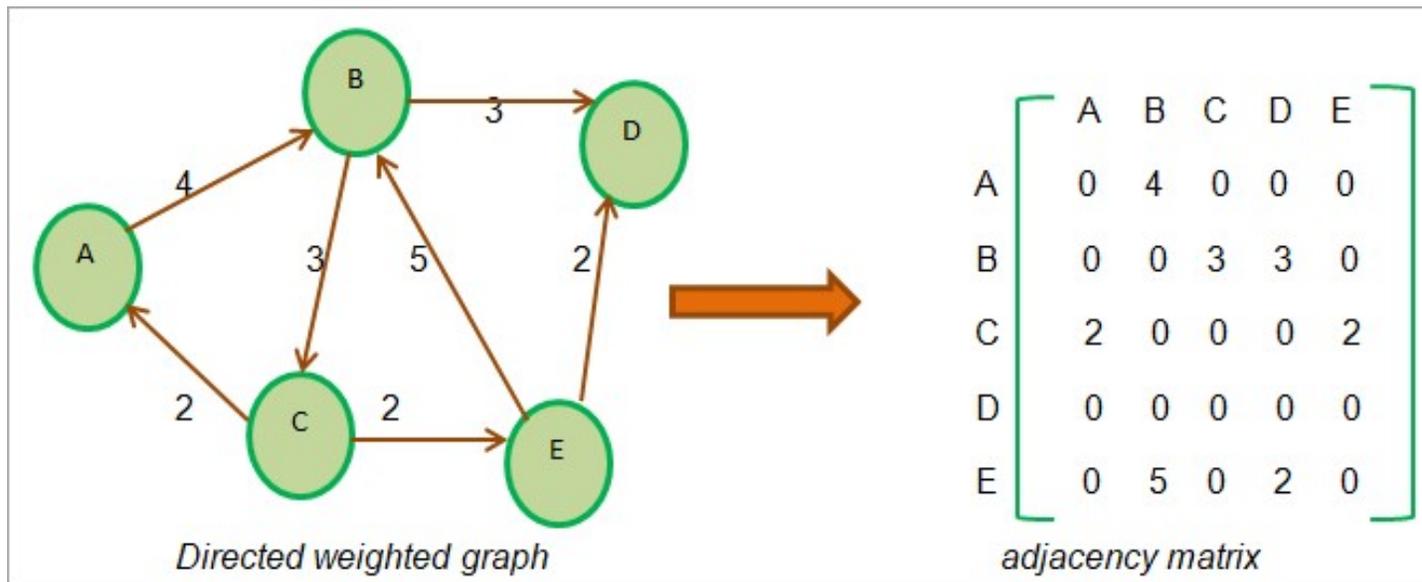
Matrice di un grafo pesato non orientato



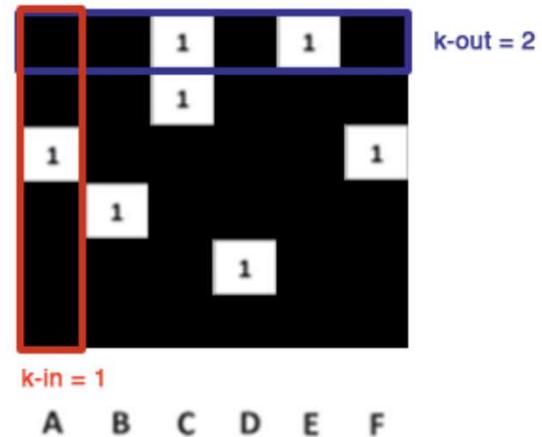
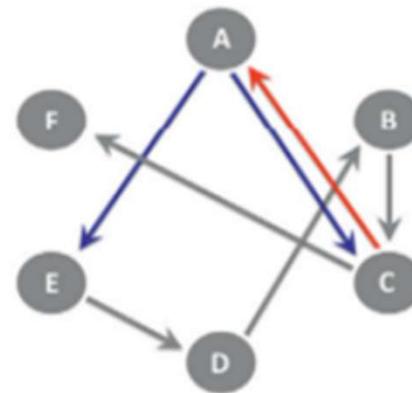
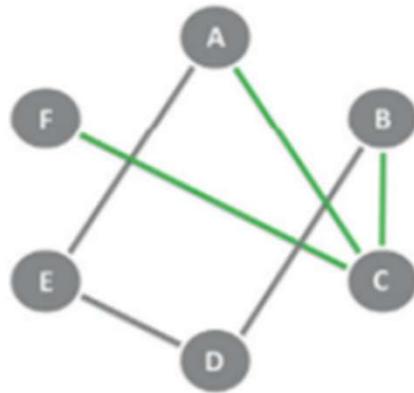
	v_1	v_2	v_3	v_4
v_1	0	0.4	0	0.4
v_2	0.4	0	0.3	0.1
v_3	0	0.3	0	0.5
v_4	0.4	0.1	0.5	0

Matrice delle adiacenze

Matrice di un grafo pesato orientato

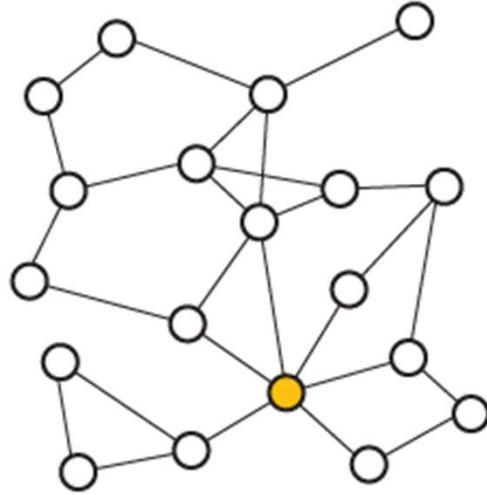


Matrice delle adiacenze



Come unire network e movimento?

Network theory



Human kinematics

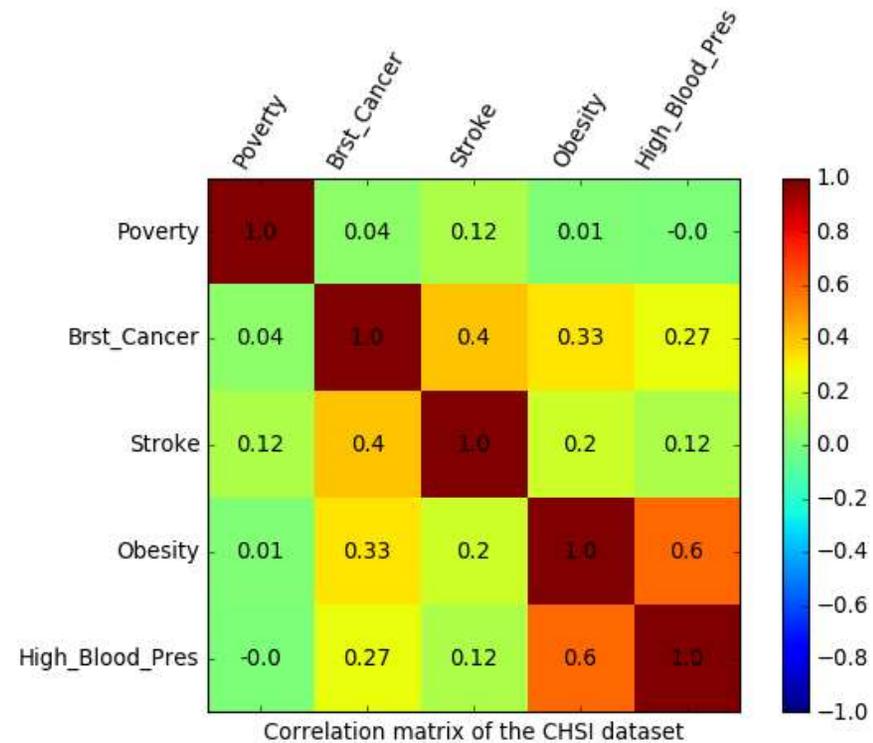


+

Applicare la teoria dei network al movimento umano ci permette di considerare il movimento nel suo insieme, andando a valutare come ogni parte del corpo si muove in relazione a tutte le altre

Come stimo la relazione tra due elementi?

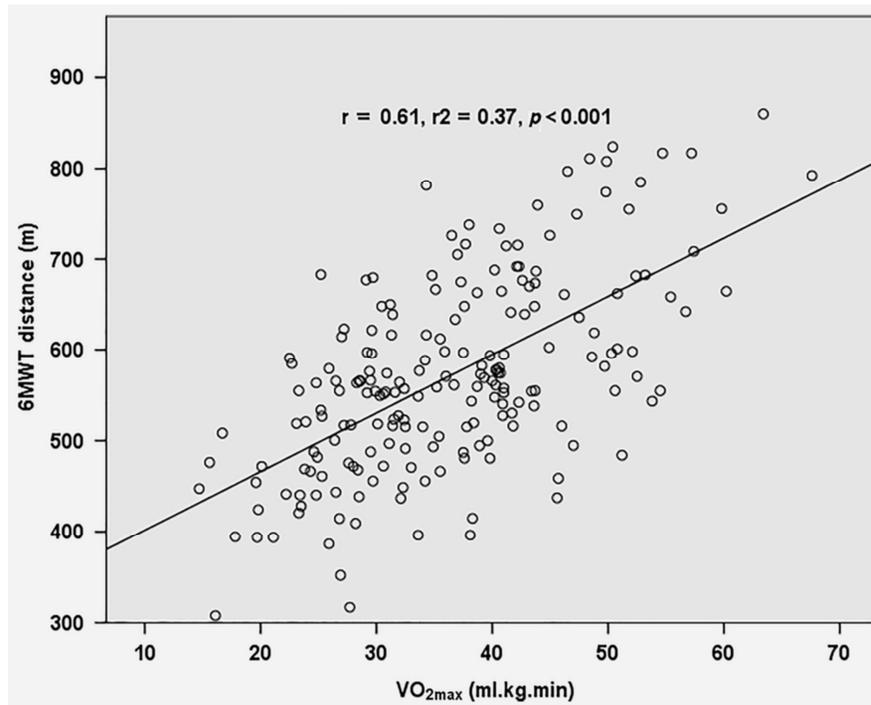
Un metodo comunemente utilizzato per conoscere il rapporto tra diversi elementi è quello di correlarli tra loro a coppie, fino a costruire una matrice che esprima il grado di correlazione tra ogni coppia di elementi.



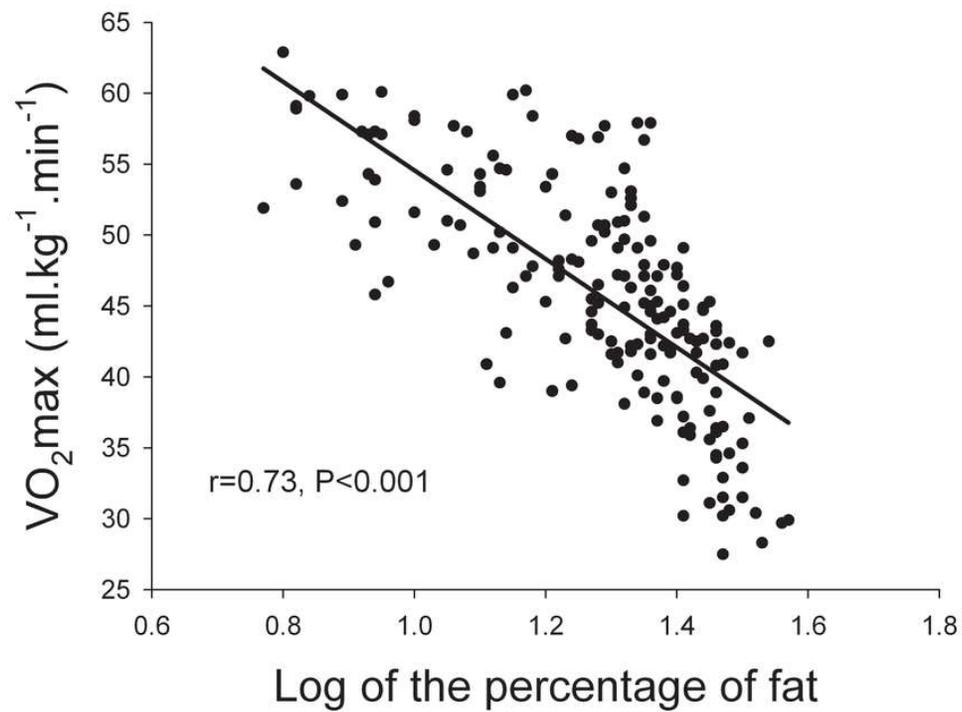
Correlazione (statistica)

Corrisponde ad una relazione tra due variabili tale che a ciascun valore della prima corrisponda un valore della seconda.

La correlazione non dipende da un rapporto di causa-effetto quanto dalla tendenza di una variabile a cambiare in funzione di un'altra.

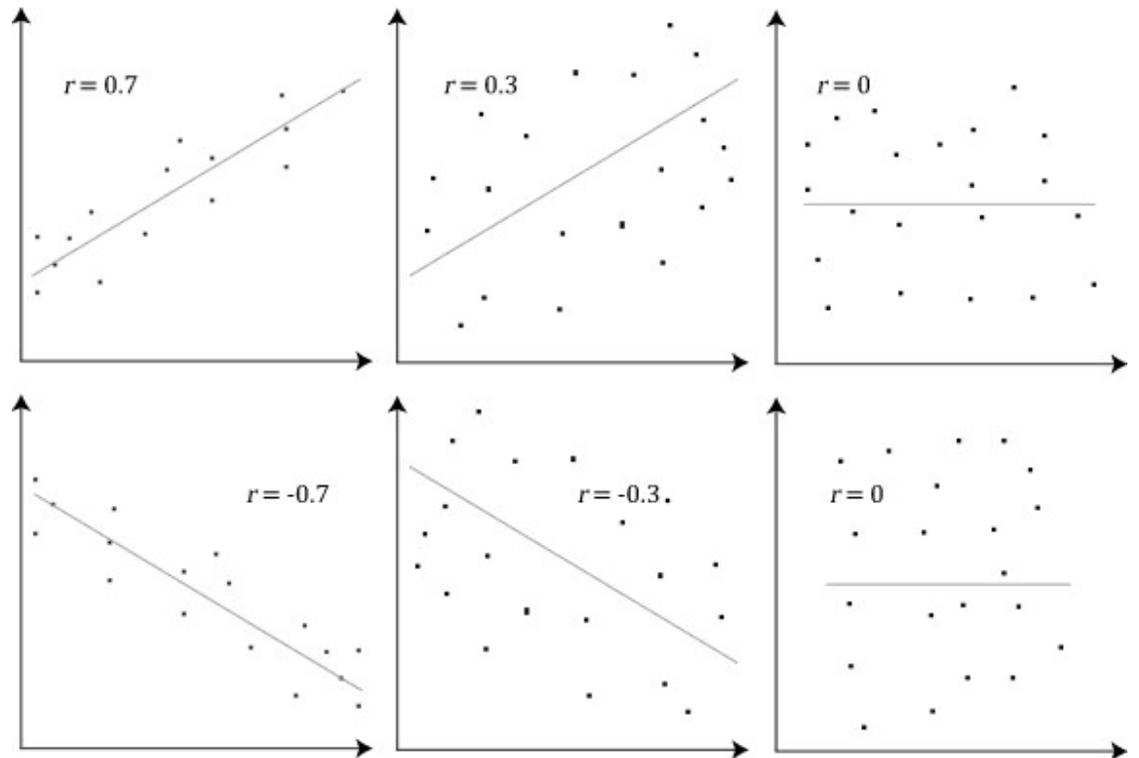


Correlazione



Coefficiente di correlazione

- Misura il grado di relazione tra due variabili
- Varia tra -1 ed 1
- Numeri negativi rappresentano una correlazione inversa
- Numeri positivi rappresentano una correlazione diretta
- 0 rappresenta mancanza di correlazione



Coefficiente di correlazione di Pearson

È il più noto ed utilizzato indice di correlazione lineare.

$$r = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y}$$

σ_{xy}

È la covarianza tra X ed Y

$\sigma_x \sigma_y$

Sono le deviazioni standard di X ed Y

Covarianza

La covarianza di due variabili statistiche o variabili aleatorie è un valore numerico che fornisce una misura di quanto le due varino assieme, ovvero della loro dipendenza.

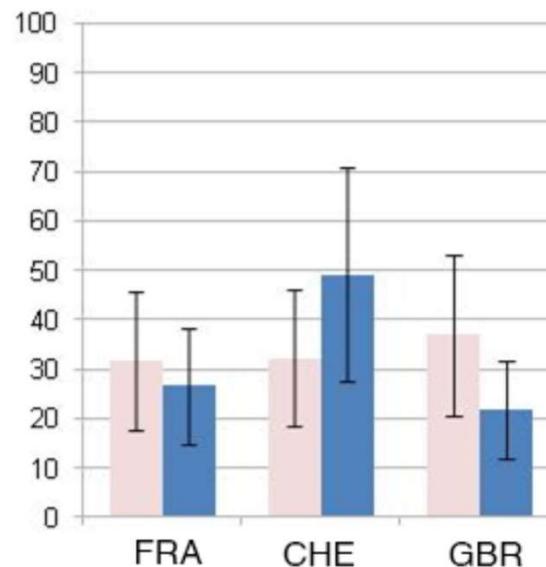
$$Cov(x,y) = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{N-1}$$

La scala del valore di covarianza dipende dalla grandezza delle misurazioni, ciò rende impossibile paragonare l'entità di questa correlazione con altre.

Devo quindi normalizzare questo dato dividendolo per la deviazione standard.

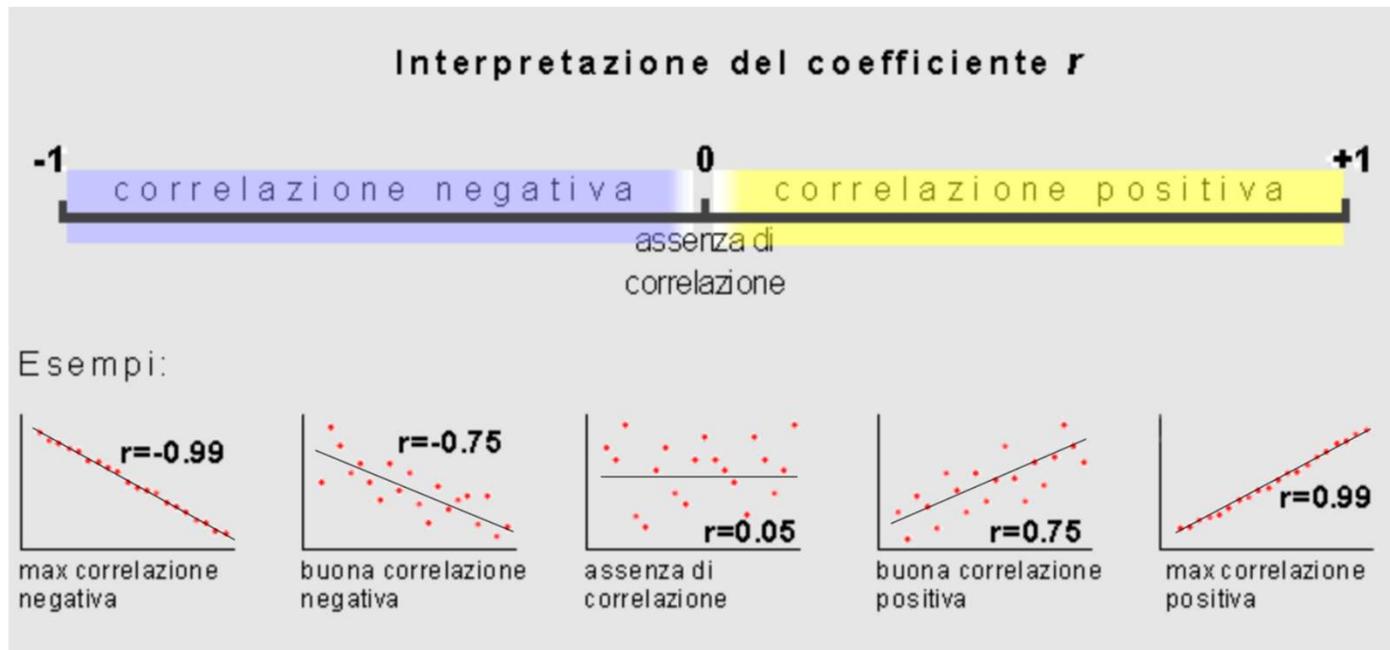
Deviazione standard

È un indice di dispersione statistico, dunque misura quanto i valori presenti nella distribuzione distano da un valore centrale scelto come riferimento



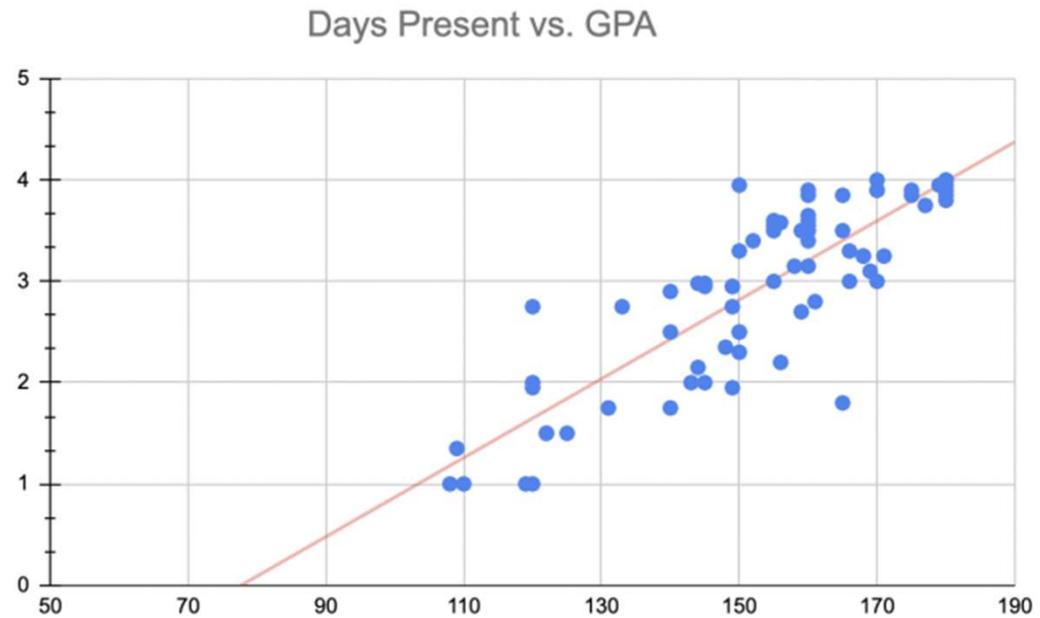
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - m)^2}{n-1}}$$

Correlazioni - esempi



Correlazione - esempio

Student	GPA	Days Present
1	4	180
2	2.5	150
3	4	170
4	3.9	180
5	3.75	177
6	3.8	180
7	2.9	140
8	3.1	169
9	3.25	168
10	3.4	152
11	3.3	150
12	3.9	170
13	1.35	109
14	4	180
15	1	108
16	3.85	175
17	2.98	144
18	2.75	120
19	2.75	133
20	3.6	160
21	3.5	160
22	3.5	159



Correlazione - movimento

Come posso correlare movimento di due elementi del corpo (es. mano destra e mano sinistra)?

Posso ad esempio raccogliere informazioni circa l'accelerazione delle parti del corpo durante il cammino.

Per ogni istante temporale avrò un valore indicativo dell'accelerazione in quel momento.

Registro le posizioni degli elementi del corpo nello spazio tridimensionale.

Dalle posizioni posso ricavare le velocità (spazio/tempo)

Dalle velocità posso ricavare le accelerazioni (velocità/tempo)



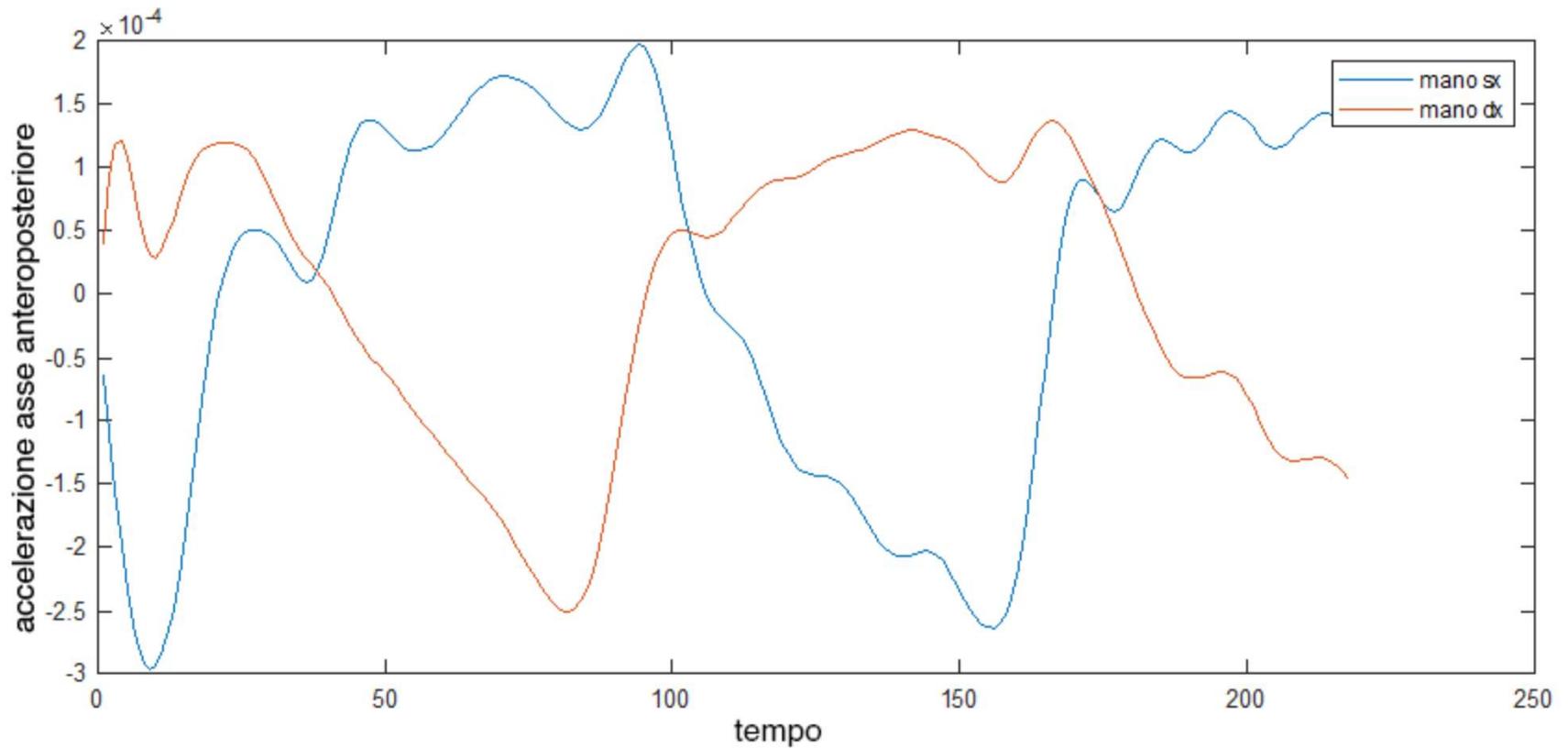
Mano Sinistra

1	2	3	4	5	6	7
-6.4322e-05	-1.1038e-04	-1.5588e-04	-1.9757e-04	-2.3294e-04	-2.6061e-04	-2.8022e-04

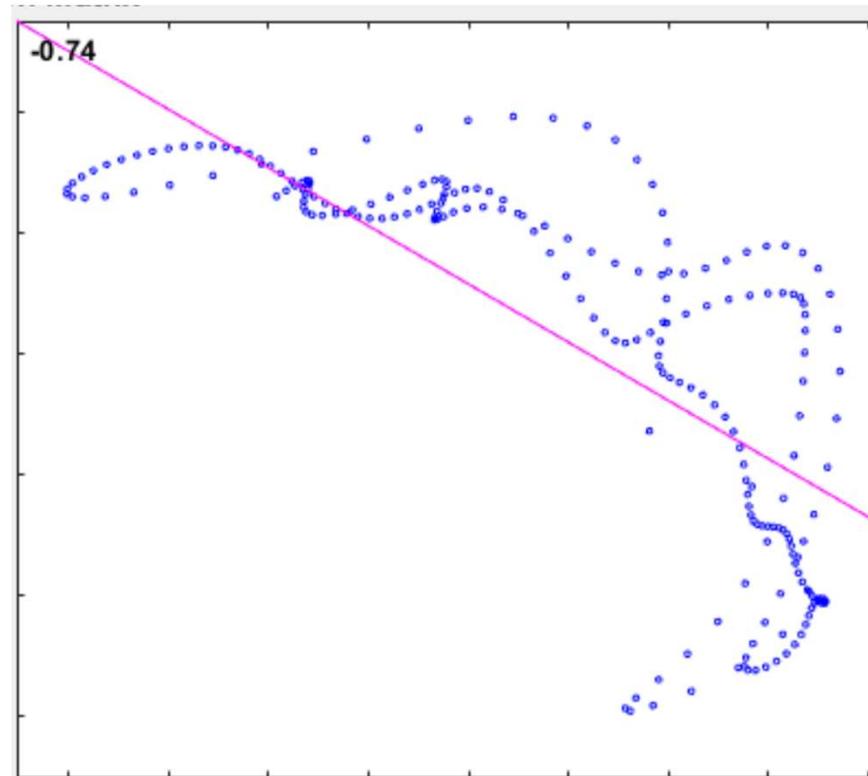
Mano Destra

1	2	3	4	5	6	7
4.0381e-05	9.1577e-05	1.1737e-04	1.2040e-04	1.0696e-04	8.4793e-05	6.1286e-05

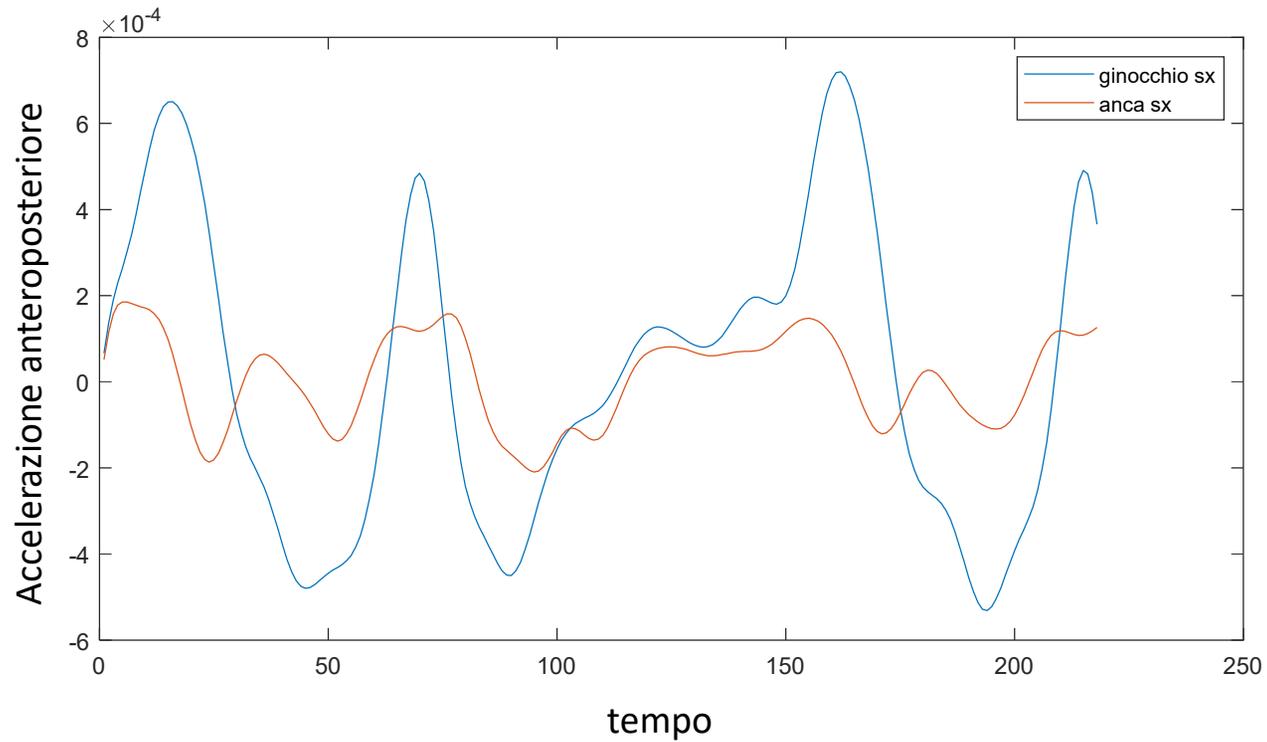
Accelerazione mani nel tempo



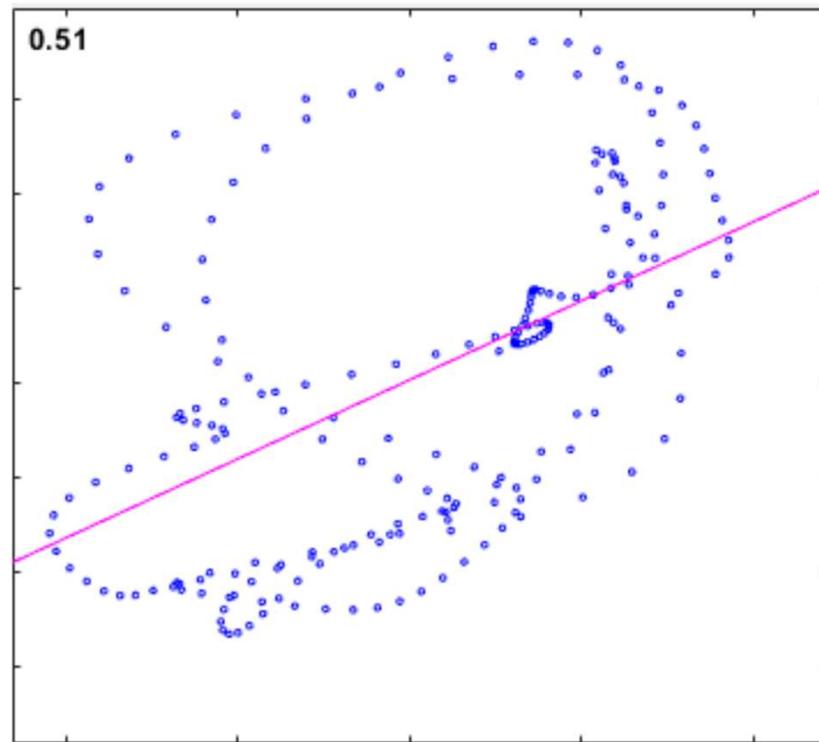
Correlazione mano destra – mano sinistra



Accelerazione ginocchio ed anca sx

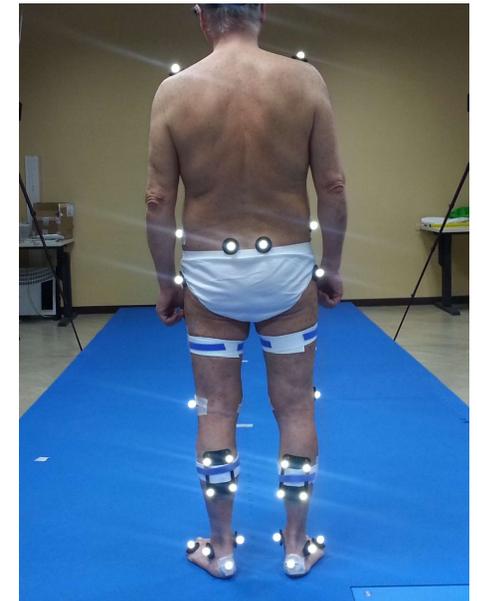


Correlazione anca - ginocchio

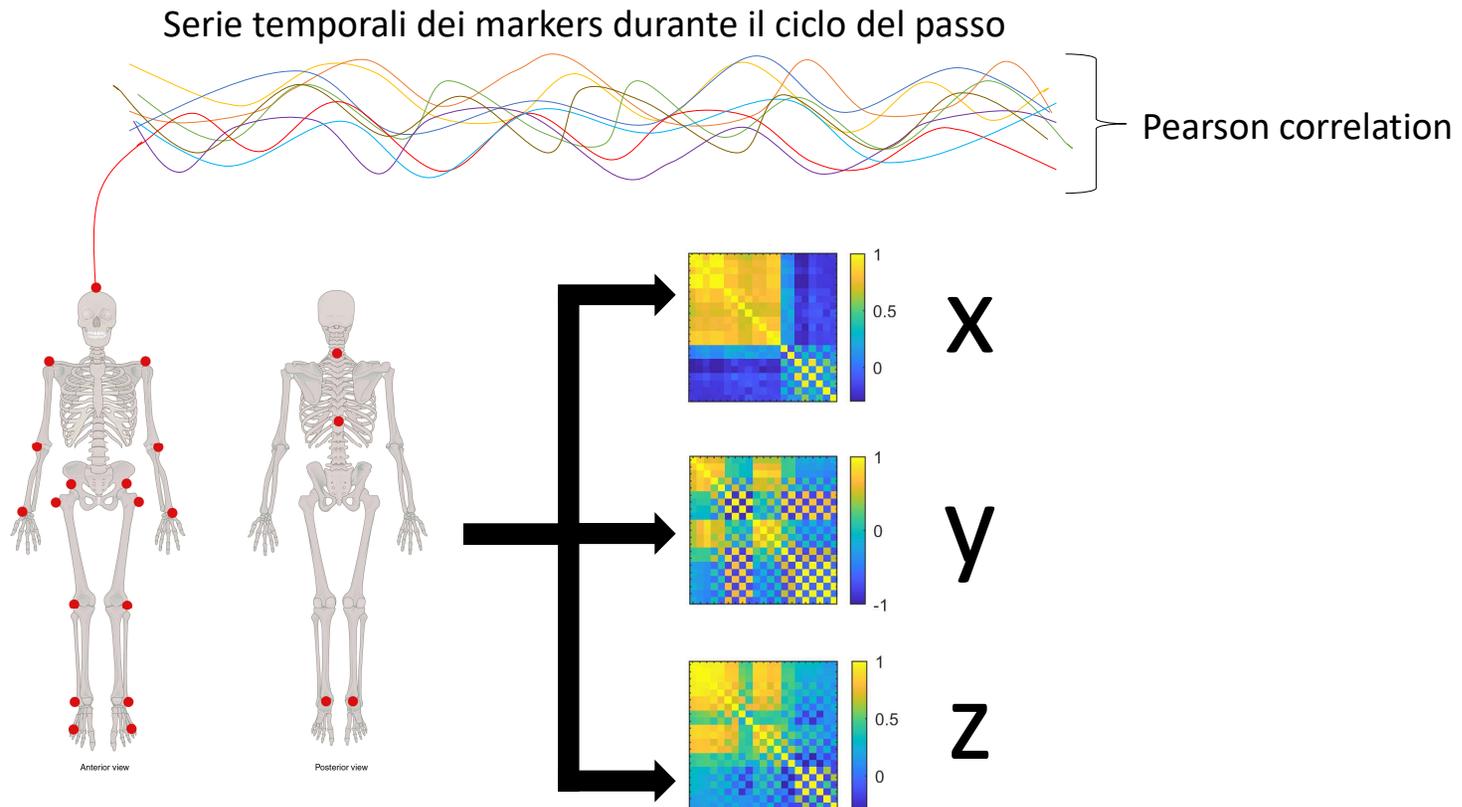


Gait analysis per la raccolta dati

Con un sistema stereofotogrammetrico io posso raccogliere informazioni spazio temporali su numerosi elementi corporei

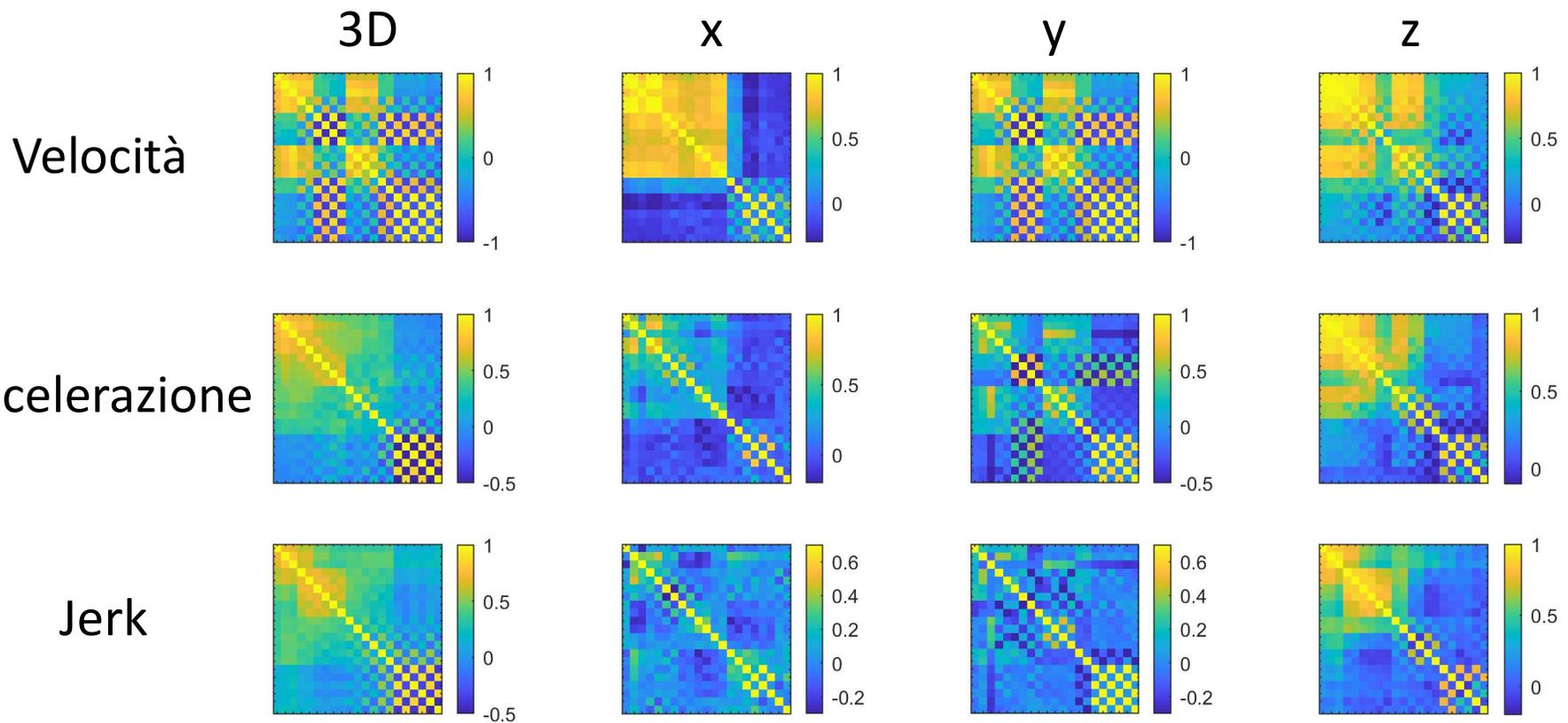


Matrice di movimento: Kinectome

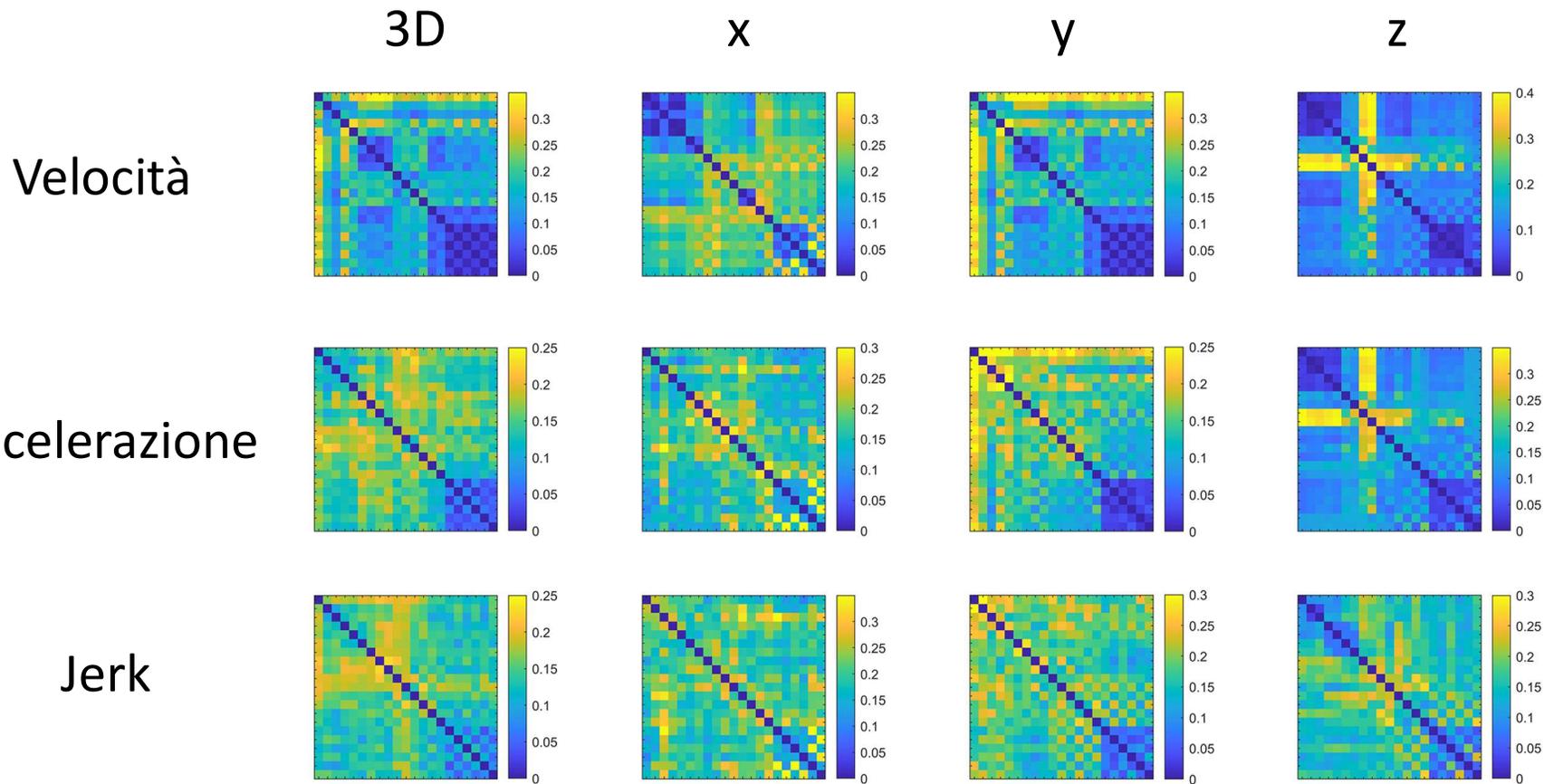


Esempio di applicazione di network theory
alla motion analysis in ambito clinico

Tipi di matrice – matrici medie di un gruppo

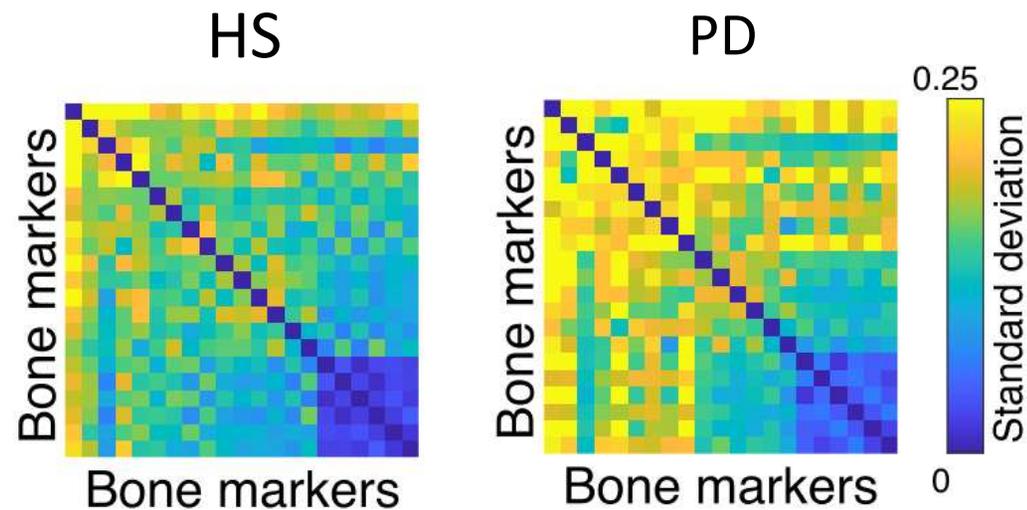


Tipi di matrice – matrici di deviazione standard di un gruppo

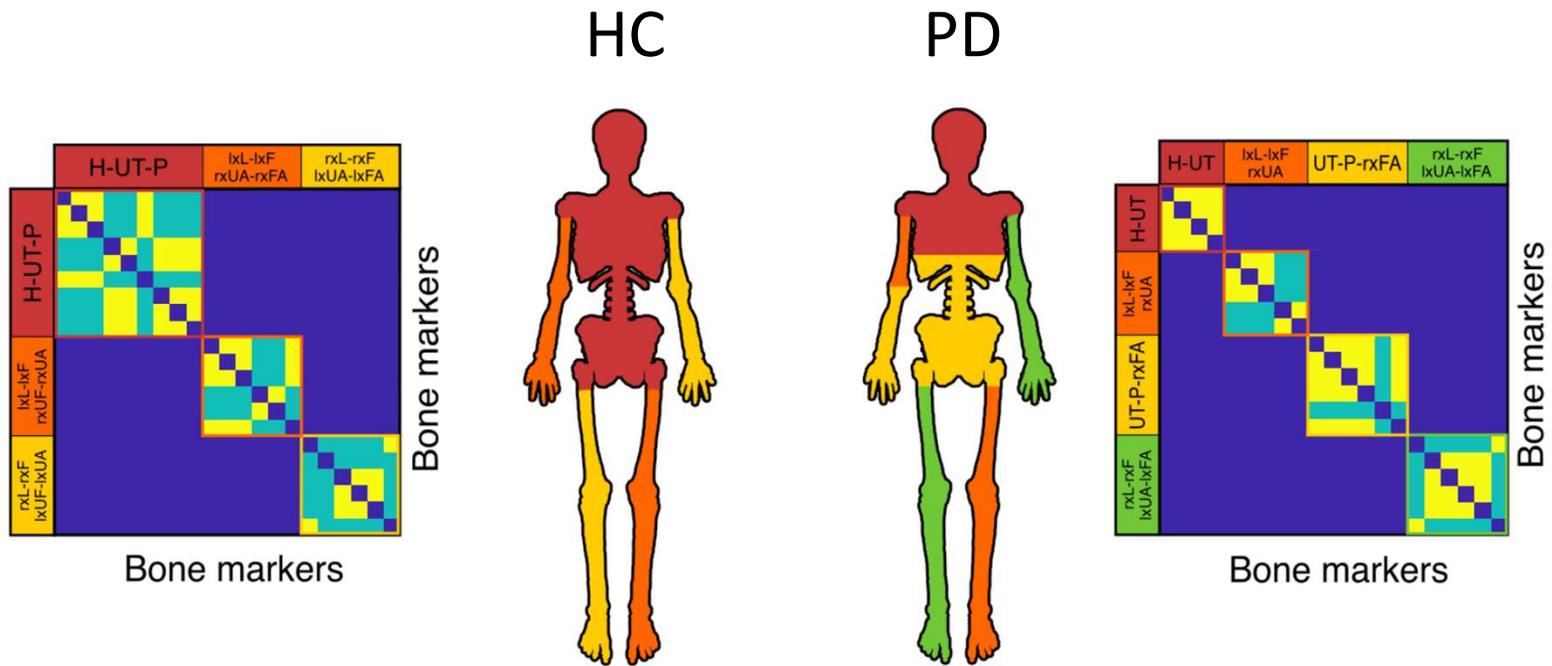


Comparazione PD – HC | deviazione standard

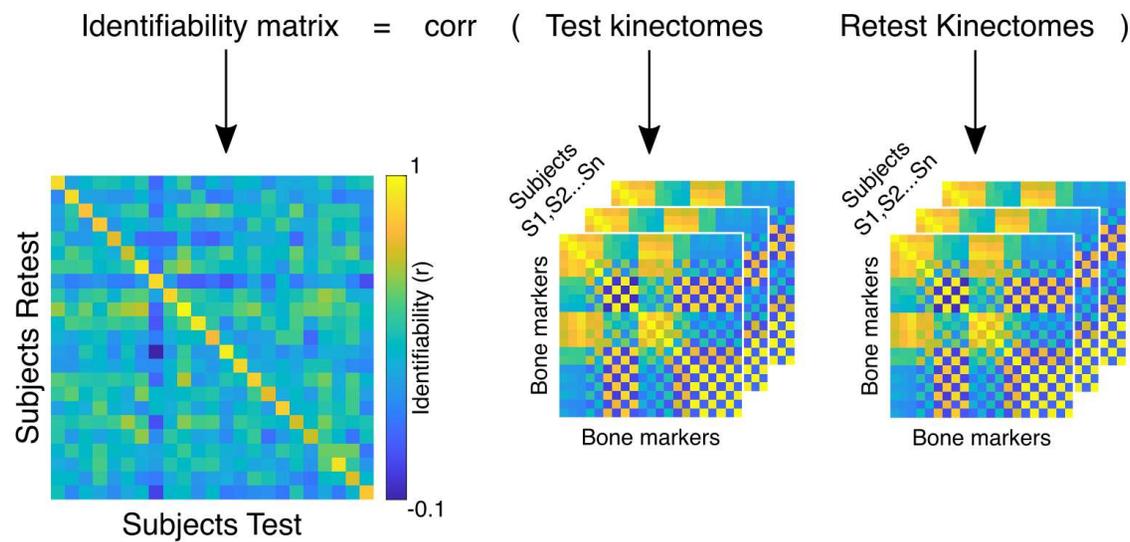
Variabilità intra-gruppo dell'accelerazione anteroposteriore



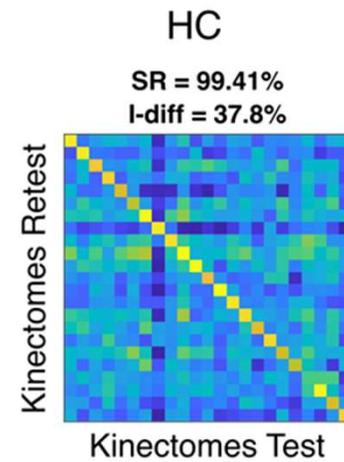
Confronto modularità PD - HC



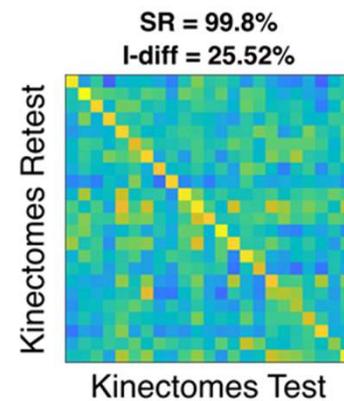
Fingerprint – Jerk time series



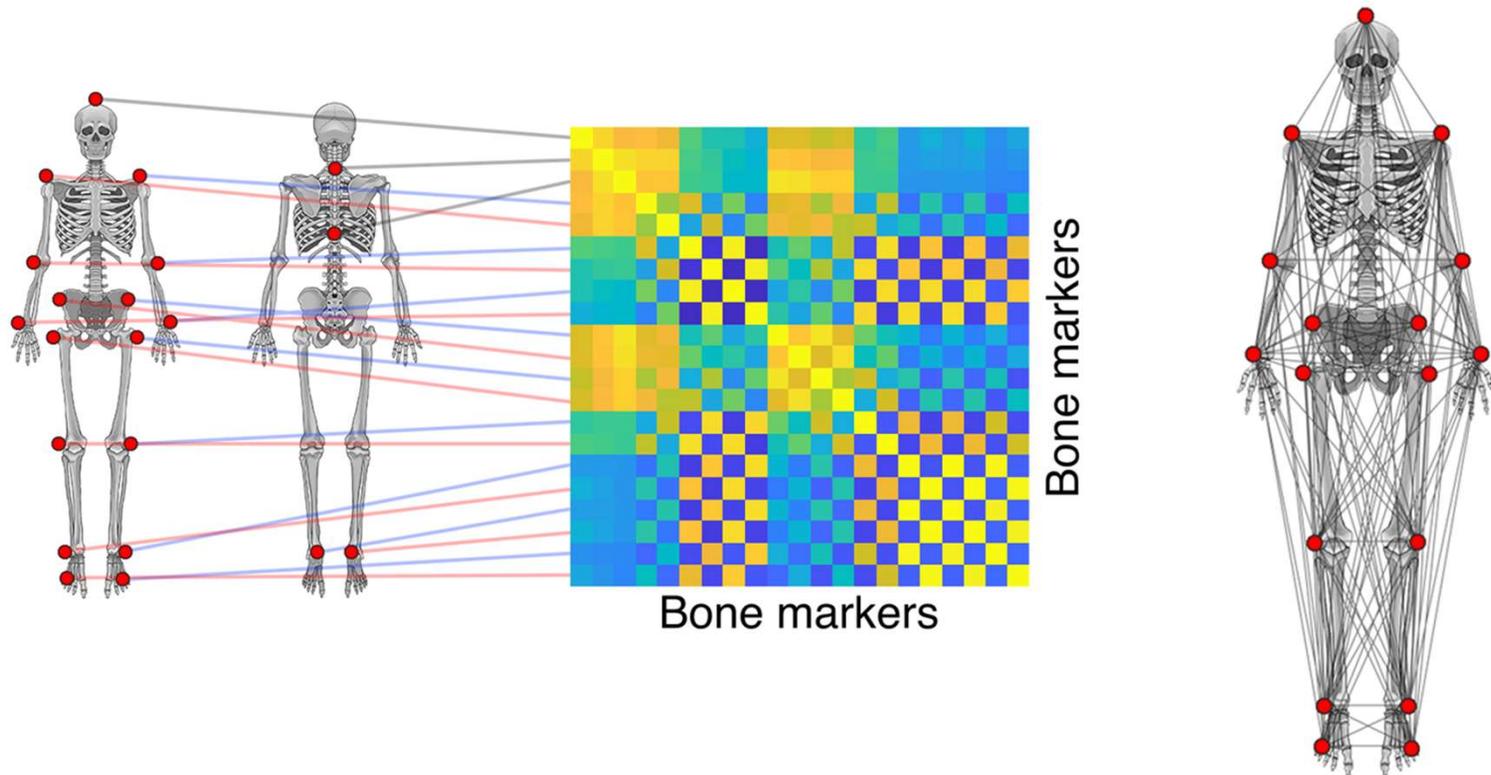
ML



AP



Network analysis



Network Analysis - degree

