



**UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TRIESTE**

# MODULO 2: Grafi

**Prof.ssa Giulia Cisotto**

[giulia.cisotto@units.it](mailto:giulia.cisotto@units.it)

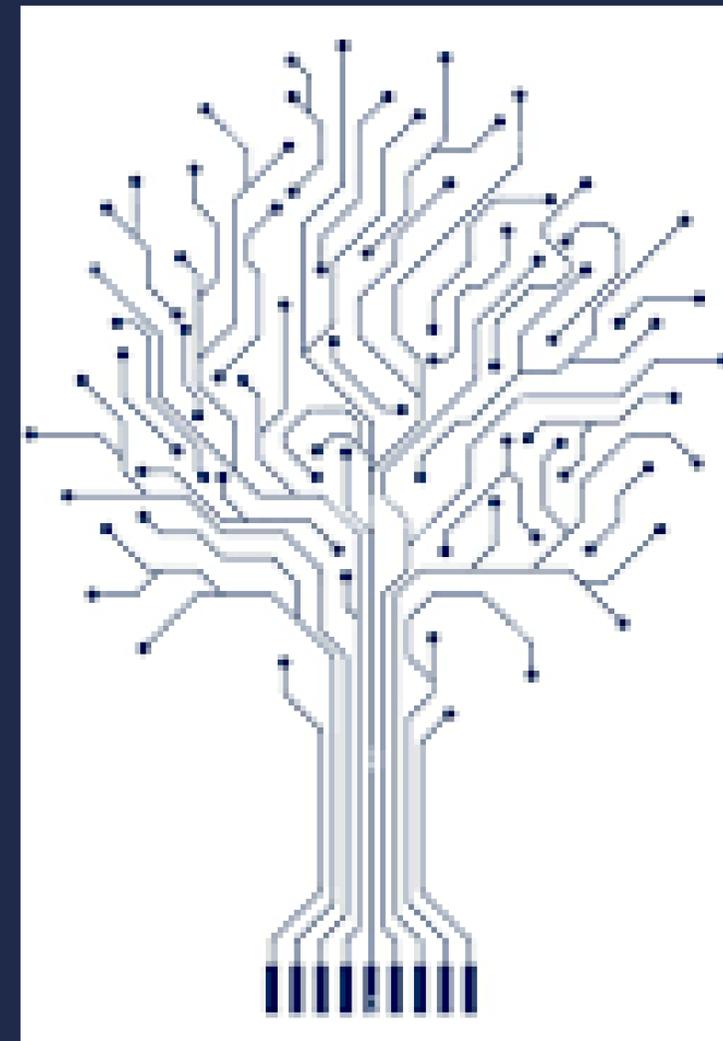
Trieste, 30 aprile 2025



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI TRIESTE

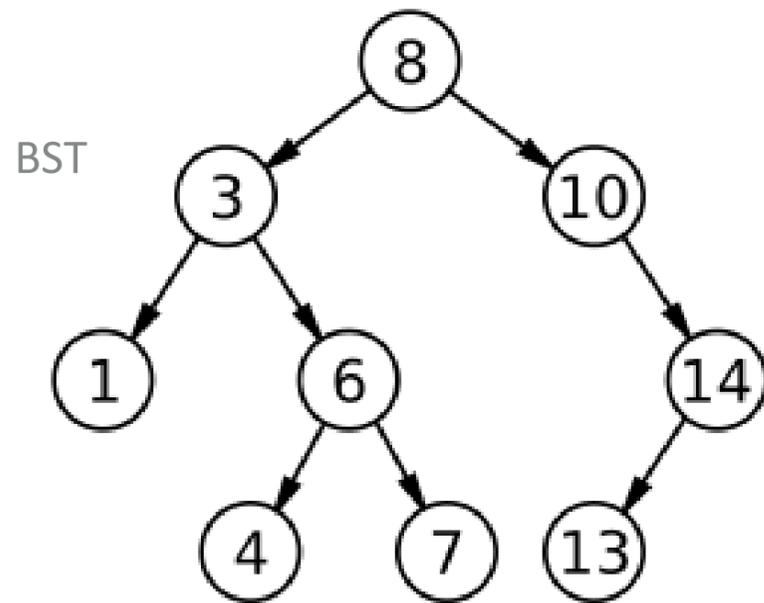
▶ *Alberi binari*

▶ **Grafi**

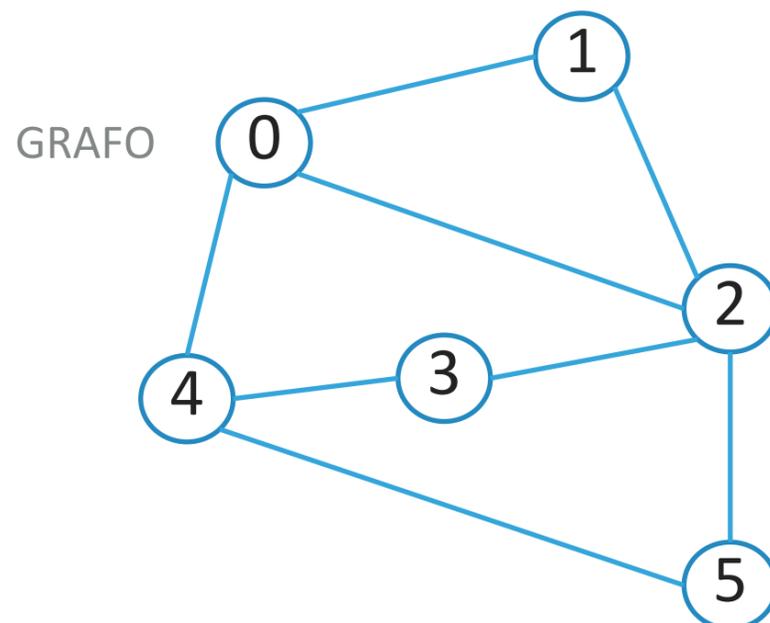


# DAGLI ALBERI AI GRAFI

A seconda dell'applicazione posso imporre nuovi vincoli e «costringere» l'inserimento di nuovi elementi in determinate posizioni e «vietarne» l'inserimento in altre.



Se rilassiamo i vincoli imposti per avere un albero, **permettiamo i cicli e più di un genitore per nodo**, otteniamo un **GRAFO**.

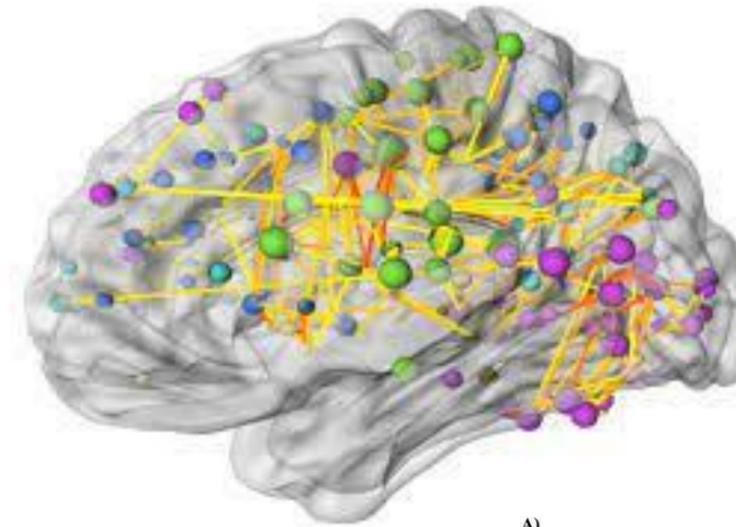


*Intuitivamente:* rilassare i vincoli, quindi permettendo **maggior libertà** nell'organizzazione dei dati, ha la conseguenza di poter **modellare con un grafo più scenari** ma al tempo stesso molte delle operazioni che si possono effettuare in modo efficiente su un BST avranno un **costo maggiore** su un grafo.

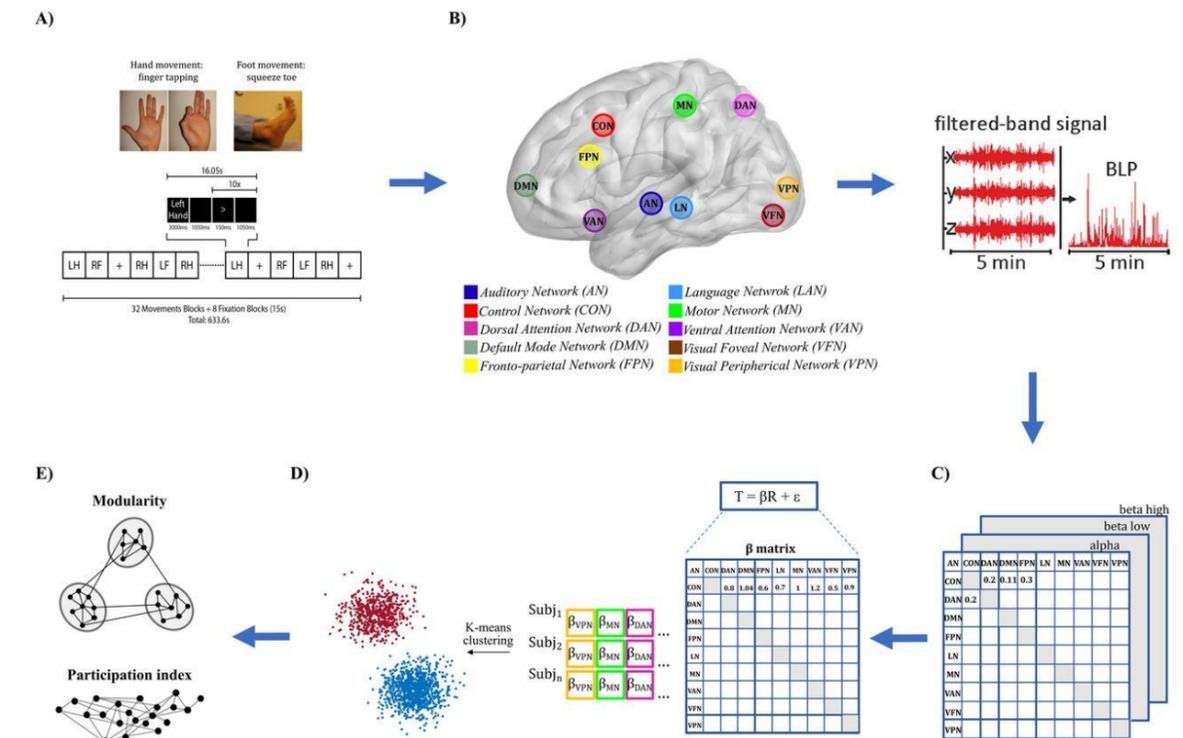
# ESEMPI DI APPLICAZIONE



Air traffic in Europe (in/out)

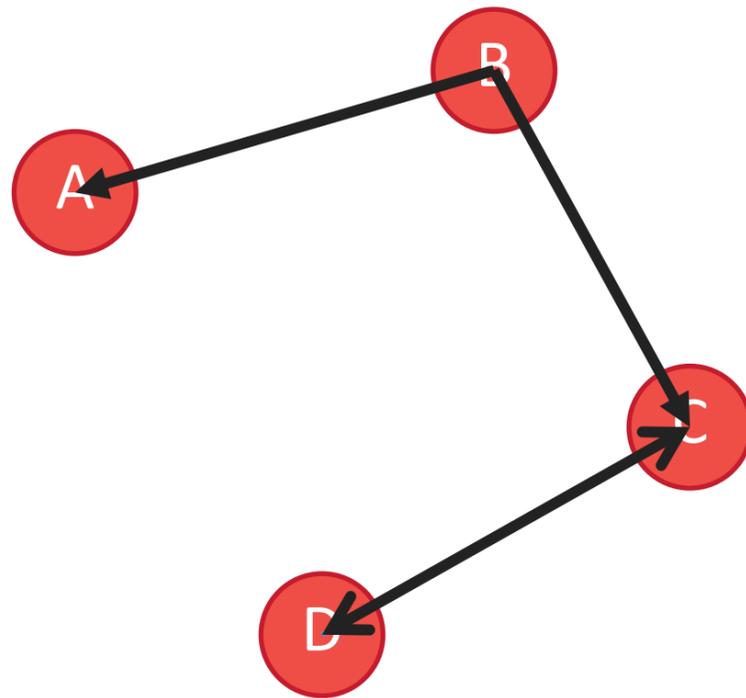


Brain connectome  
([image from DTW](#))



Maddaluno, O., Della Penna, S., Pizzuti, A., Spezialetti, M., Corbetta, M., de Pasquale, F., & Betti, V. (2024). [Encoding Manual Dexterity through Modulation of Intrinsic  \$\alpha\$  Band Connectivity](#). *Journal of Neuroscience*, 44(20).

# COSA È UN GRAFO?



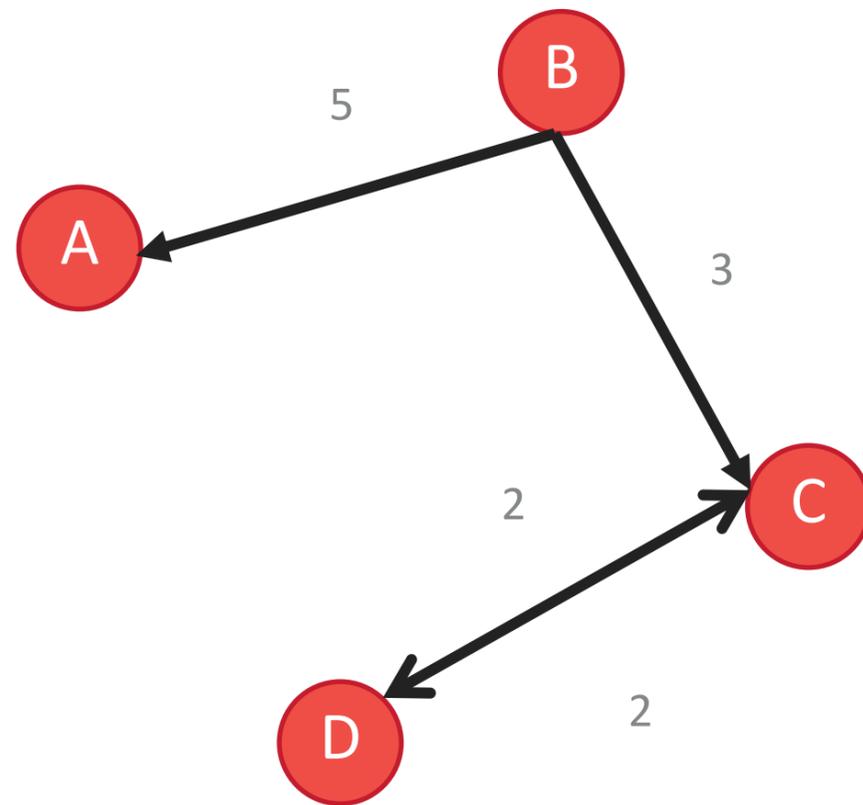
Insieme di nodi:

$$V = \{a, b, c, d\}$$

Insieme di archi:

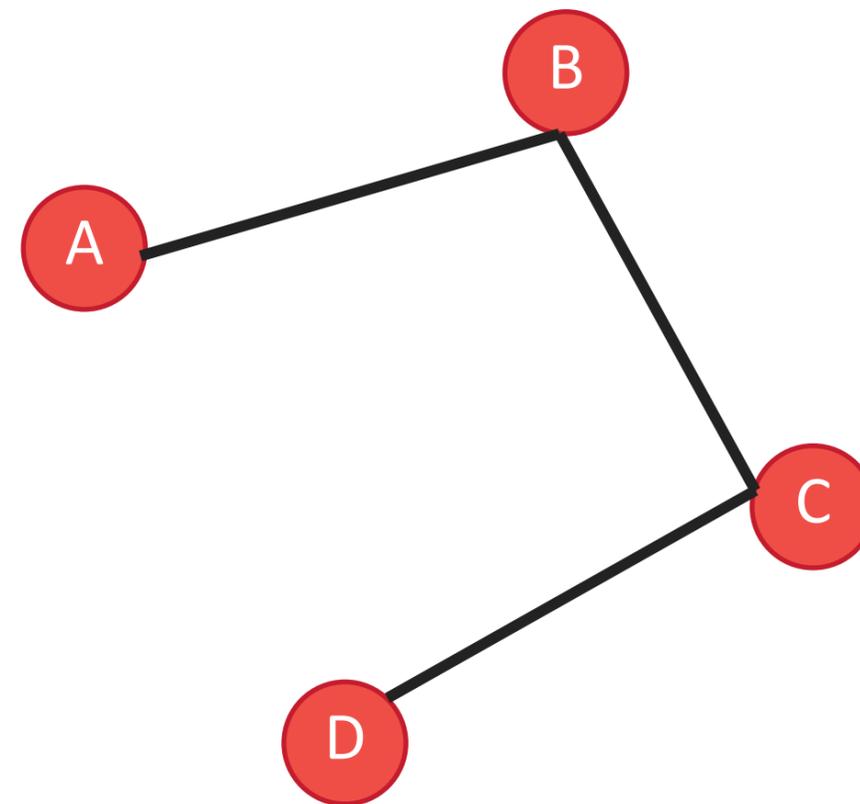
$$E = \{ (b, a), (b, c), (c, d), (d, c) \}$$

# COSA È UN GRAFO (VARIANTI)?



Archi pesati

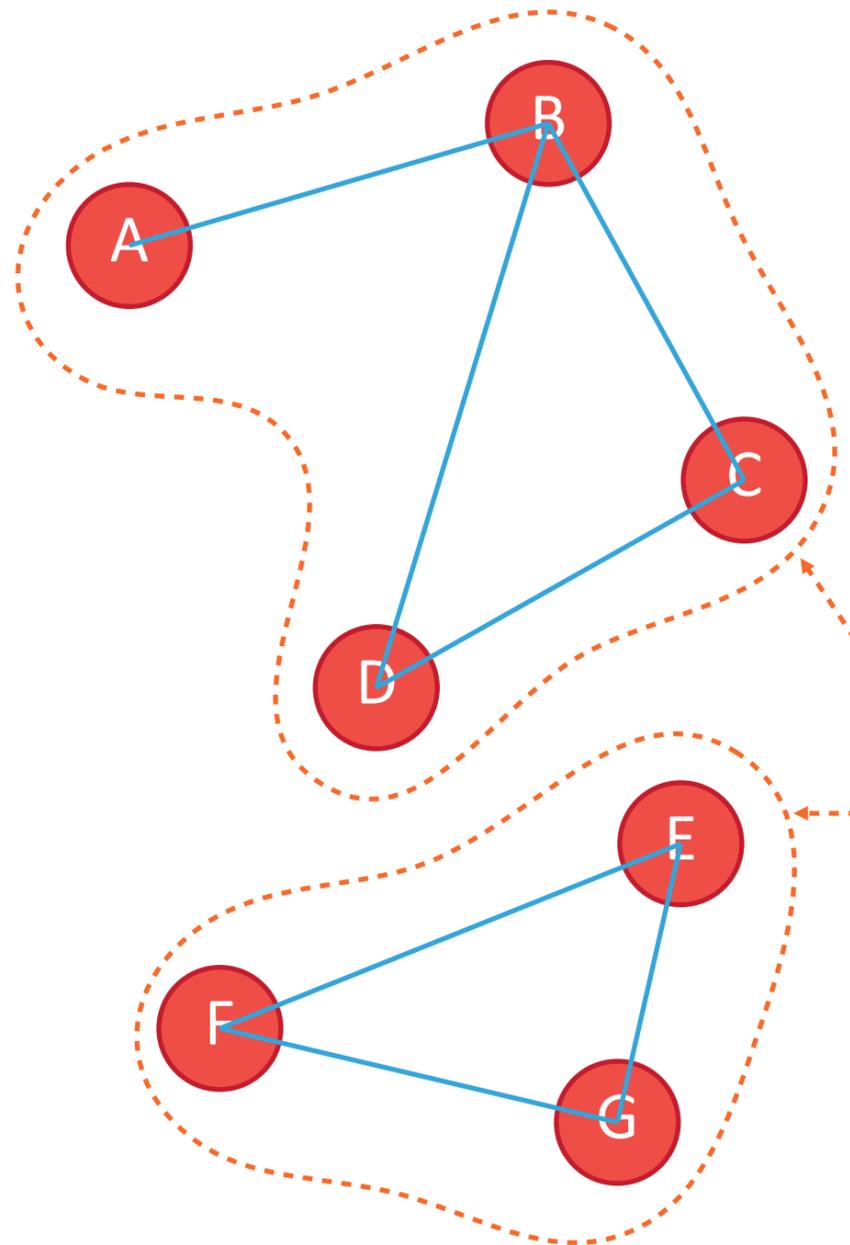
Ovvero esiste una funzione  $w: E \rightarrow \mathbb{R}$   
e indichiamo  $w((i, j))$  come  $w_{i,j}$



Non orientato

Ovvero  $(a, b) \in E \Leftrightarrow (b, a) \in E$   
per ogni  $a, b \in V$

## GRAFI: NOZIONI DI BASE



**Percorso:** sequenza di archi  $(v_0, v_1), (v_1, v_2), \dots$  dove due archi consecutivi nella sequenza sono adiacenti nel grafo (cioè sono nella forma  $(a, b)(b, c)$ )

**Lunghezza del percorso:** numero di archi che il percorso contiene

Componenti connesse

**Distanza tra due nodi  $a$  e  $b$ :** lunghezza del percorso più corto che inizia dal nodo  $a$  e termina al nodo  $b$ . Se non esiste un percorso diremo che la distanza è  $+\infty$

## NOTAZIONE

- ▶ Dato un grafo  $G = (V, E)$  solitamente l'input alla struttura dati consiste in due parametri (non più solo  $n$ ), ovvero  $|V|$  e  $|E|$ .
- ▶ All'interno della notazione asintotica (e solo in quel caso) faremo la semplificazione di utilizzare  $V$  e  $E$  per indicare  $|V|$  e  $|E|$ .
- ▶ Quindi un algoritmo che richiede tempo  $O(V + E)$  è da leggersi come  $O(|V| + |E|)$

# Annunci vari

- **Seminario 20/5 h.14, aula A5 (H2bis) Prof. Francesco Silvestri, Associato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione di Padova (*sviluppo di algoritmi e strutture dati per diversi contesti applicativi*)**



# Materiali per la lezione

- Cormen et al. **CAP. 20**

*Prossima lezione: 7 maggio, h.9:00, aula 4C*