

NETWORKS/2

(SOCIAL + BRAIN)



RICERCATORI:

Prof. Diego Garlaschelli (Director)
Dr. Tommaso Gili
Dr. Rossana Mastrandrea
Dr. Fabio Saracco
Dr. Pablo Villegas

LABORATORIO
NETWORKS

Attività di Ricerca



La mission. L'attività di ricerca della unit NETWORKS si concentra sulla struttura, dinamica e fisica di reti complesse che emergono dall'intricata interconnessione dei costituenti di sistemi di grandi dimensioni. Reti complesse appaiono naturalmente in sistemi finanziari, economici, sociali, neurali, biologici e tecnologici. Le nostre metodologie combinano approcci teorici, basati sulla fisica statistica, matematica discreta e sulla scienza della complessità, con approcci di data science incentrate sulle proprietà empiriche delle reti reali. Data la forte interdisciplinarietà della nostra ricerca, collaboriamo regolarmente con esperti di altri campi.

Ricerca teorica:

- Modelli matematici e fisici di reti complesse;
- Analisi di reti a scale multiple;
- Metodi di pattern detection, coarse-graining e semplificazione di reti complesse;
- Data Science, Big Data analytics e data compression per reti e sistemi complessi.

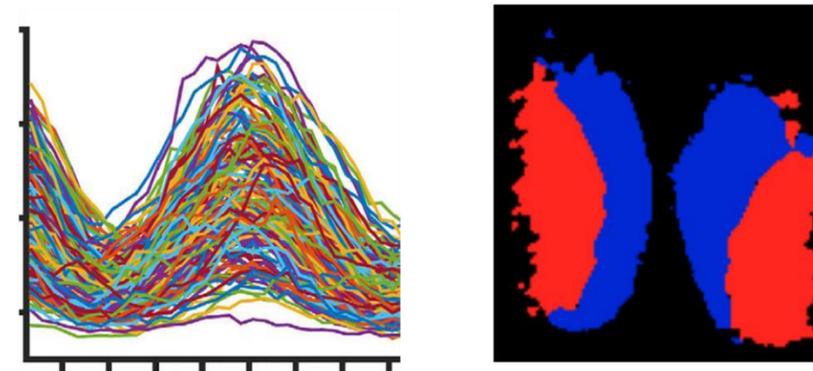
Ricerca applicata:

- Neuroscienza: analisi di dinamiche neuronali e reti cerebrali in soggetti sani e malati;
- Reti sociali: studio di diffusione di (mis)informazione, polarizzazione, dinamiche di opinioni.



Reti di connettività cerebrale e neuronale

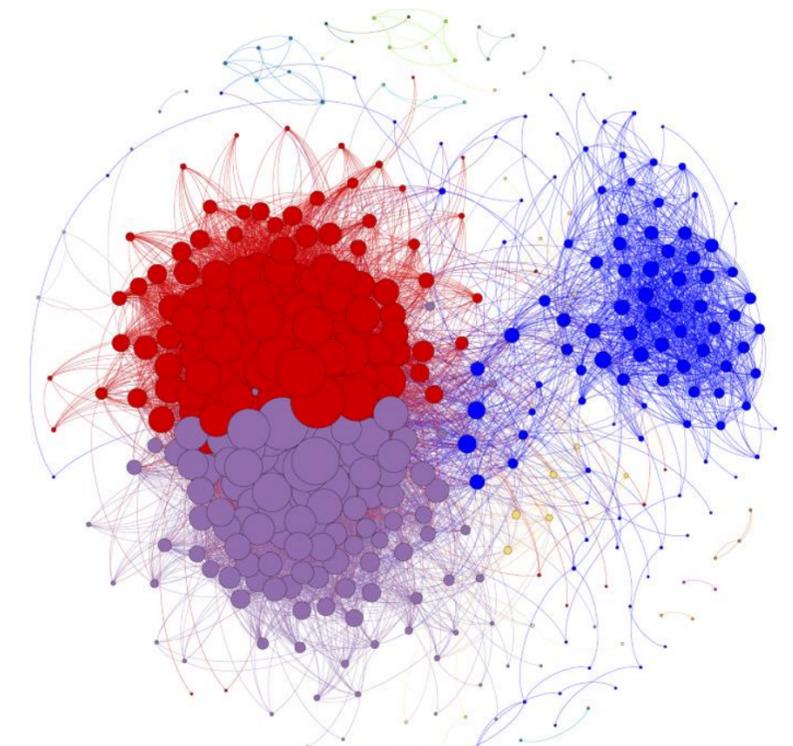
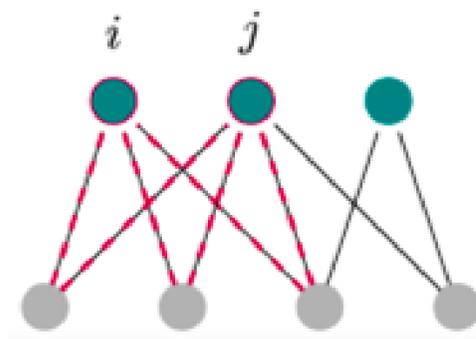
- Uso di serie temporali sperimentali per la ricostruzione di connettività funzionale;
- Analisi di proprietà strutturali e dinamiche (modularità, autosimilarità, sincronizzazione, ...);
- Confronto di soggetti sani e malati.



Mastrandrea, R., Gabrielli, A., Piras, F., Spalletta, G., Caldarelli, G., Gili, T. Scientific reports, 7(1), 1-13 (2017);
A Almog, M R Buijink, O Roethler, S Michel, J H Meijer, J H T Rohling, D Garlaschelli, PLoS Comp. Biol. 15:5, e1006934 (2019).

Reti e dinamiche sociali

- Analisi strutturale di reti sociali;
- Dinamiche di opinioni;
- Polarizzazione, fake news e disinformazione;
- Modelli nulli, validazione di connessioni, bot detection;
- Comportamento cooperativo, peer effects e cognizione.



Caldarelli, G., De Nicola, R., Del Vigna, F., Petrocchi, M., Saracco, F, Communications Physics, 3(1), 1-15 (2020).

Strumenti, Tecnologie e Servizi



Analisi di reti sociali online: Gli Online Social Network sono una forma di comunicazione capillare, immediata, efficace e a basso costo. L'analisi di queste reti, con strumenti di Meccanica Statistica, permette di identificare comunità discorsive (gruppi di utenti che attivi in una discussione), o rilevare account automatici e comportamenti coordinati sospetti per aumentare la visibilità di alcuni utenti. Inoltre è possibile evidenziare l'impatto di narrative condivise: per esempio, è stato possibile distinguere le narrative delle maggiori aziende italiane durante il primo lockdown Covid-19.

Analisi di reti cerebrali da dati di imaging in risonanza magnetica e elettrofisiologici: Le reti cerebrali sono la più efficace schematizzazione di come sono organizzate funzione e struttura cerebrale perché il cervello risponda in modo ottimale alla richiesta di esecuzione di un compito. L'analisi di queste reti, con strumenti di Meccanica Statistica, permette l'identificazione di comunità (gruppi di aree che partecipano attivamente alla preparazione dell'esecuzione di una funzione), o la rilevazione di aree di particolare importanza all'interno dell'organizzazione generale del cervello.

La Unit sviluppa gli strumenti di analisi più opportuni per affrontare correttamente questi problemi, e li applica per l'analisi. Sono stati sviluppati alcuni moduli in Python per supportare l'analisi di reti sociali online e algoritmi e pacchetti utilizzando diversi linguaggi di programmazione (Matlab, Python, R, C) per analizzare reti cerebrali a partire da serie temporali sia di origine elettrofisiologica sia di origine neurovascolare.

Analisi di reti sociali: diffusione di informazione e comportamento cooperativo

- Studio di diffusione di (mis)informazione e attività anomala (bot detection);
- Dinamica e polarizzazione di opinioni;
- Emergere del comportamento cooperativo in reti sociali
- Emergere di comportamenti coordinati in reti sociali online

Analisi di reti cerebrali: connettività funzionale e sue proprietà

- Ricostruzione di connessioni funzionali a partire da serie temporali di attività cerebrale;
- Identificazione di proprietà funzionali: connettività, modularità, autosimilarità, eterogeneità;
- Sincronizzazione e desincronizzazione nelle oscillazioni neuronali;
- Confronto tra soggetti sani e malati e identificazione di diversità funzionali nelle relative reti cerebrali.

Possibili applicazioni e collaborazioni



Comunicazione aziendale su social networks:

È possibile studiare quali sono i temi di discussione maggiori sviluppati da un'azienda sui social network, a quali narrative contribuisce e confrontare questa attività con quella di aziende analoghe nello stesso settore o in settori contigui. In particolare, è possibile analizzare l'impatto delle varie narrative (per esempio legate ai vari aspetti di responsabilità sociale delle aziende) nella discussione generale e come si pone all'interno di questa comunicazione l'azienda in questione, in modo da evidenziarne limiti e potenzialità.

Ottimizzazione dell'attività clinica in ambito ospedaliero:

È possibile integrare le informazioni provenienti dai risultati di diversi tipi di indagine diagnostica (dati da imaging medicale, dati clinici e comportamentali) in modo da ottimizzare la prognosi dei pazienti che necessitano il ricovero in ambiente ospedaliero. Inoltre, tramite l'uso di metodi di intelligenza artificiale, la diagnosi dei pazienti che effettuano un primo accesso in ambiente sanitario può essere definita con maggiore precisione, avendo una ricaduta sostanziale sull'organizzazione dei tempi di accettazione e ricovero.

Comunicazione aziendale su social networks:

- Identificazione di comunicazione e posizionamento di aziende sui social networks;
- Identificazione di utenti coinvolti nella discussione.

Brain network analysis per sviluppo di metodi riabilitativi in aziende sanitarie:

- Collaborazione con IRCCS S. Lucia di Roma per riabilitazione pazienti neurologici e psichiatrici.

Per maggiori informazioni



Ufficio di Trasferimento Tecnologico della Scuola IMT Altissimi Studi Lucca

Sede: Piazza San Ponziano 6 - 55100 Lucca, LU

Sito web: <https://www.imtlucca.it/>

E-mail: projects@imtlucca.it

Per maggiori informazioni



Ufficio Regionale di Trasferimento Tecnologico

Sede: Via Luigi Carlo Farini, 8 - 50121 Firenze, FI

E-mail: urtt@regione.toscana.it