

Riassunto dell'elaborato di tesi "Modelli Macroscopici Esatti di Popolazioni Neurali Interagenti" di Luca Governini

In questa tesi proponiamo un modello semplificato di singolo neurone, dal quale ricaviamo un sistema FRE per descrivere la rete neurale.

In particolare abbiamo inizialmente definito il modello QIF di singolo neurone. Questo è un modello semplificato che non riproduce esattamente la forma del potenziale di membrana, ma è particolarmente utile per descrivere i vari stati del neurone.

Successivamente è stata riportata la descrizione del modello macroscopico insieme alla definizione di firing rate, che descrive l'attività di emissione media di rete, e del potenziale di membrana medio. Infine abbiamo esposto un metodo per derivare dalle equazioni di singoli neuroni QIF, un sistema di equazioni FRE che rappresentano l'esatta dinamica della rete, nel limite termodinamico $N \rightarrow \infty$.

Le assunzioni che sono state fatte sono che i neuroni siano tutti connessi, che la rete sia eterogenea e che i potenziali di membrana siano distribuiti con distribuzione Lorentziana. Per quanto riguarda invece la funzione di distribuzione delle eccitabilità è stata scelta per mera convenienza matematica, riuscendo così a ridurre il sistema di equazioni FRE da infinito dimensionale a bidimensionale. Al variare dei parametri, la dinamica è caratterizzata dalla presenza di un nodo stabile, da un fuoco stabile o dalla coesistenza di questi nel regime di bistabilità. Il passaggio dalla regione di bistabilità a quella di fuoco stabile o di nodo stabile passa dall'esistenza di un nodo instabile di sella.

I risultati della tesi mostrano che il meccanismo di generazione del potenziale d'azione del singolo neurone accoppia il firing rate ed il potenziale di membrana, che insieme governano l'evoluzione della rete neurale. Dall'applicazione di questo modello è possibile descrivere la sincronizzazione degli impulsi di più popolazioni neurali, ritenuta alla base del funzionamento di molte attività neurali.