

Digital e Biological Twin per terapia elettroceutica

Keywords: neurostimolazione; in vitro; in vivo; bioibrido;

Obiettivo del progetto

L'obiettivo della ricerca è duale: da un lato si vuole sviluppare un gemello digitale ('digital twin') in grado di interagire, tramite elettrostimolazione, anche bi-direzionalmente, con un cervello biologico, al fine di ripristinare funzioni perse in seguito a danno cerebrale focale. Dall'altro, si vogliono sviluppare nuove terapie elettroceutiche, sia per la riabilitazione del sistema nervoso a seguito di ictus, sia per il trattamento di patologie rare del sistema enterico (ad esempio, la Paediatric Intestinal Pseudo-Obstruction - PIPO) attraverso l'impiego di 'gemelli biologici' in vivo o in vitro (anche basati su cellule di paziente) che possono essere usati come bersaglio.

Breve descrizione del problema che la tecnologia risolve

La tecnologia consiste nello sviluppo di:

1. un sistema artificiale biomimetico (il 'twin') che è in grado di agire, sia in modalità open che closed-loop, con modelli animali in vivo.
2. sistemi ingegnerizzati composti da cellule di paziente interfacciate a micro-trasduttori, che possono vivere, crescere, interagire ed essere manipolate grazie alla stimolazione elettrica.

La tecnologia si avvale dei seguenti sviluppi e impieghi specifici:

- Sviluppo di reti neurali artificiali (spiking neural network, i.e. 'digital twin') per la comunicazione real-time con i sistemi biologici in vivo.
- Sviluppo tecniche di stimolazione elettrica in grado di intervenire su sistemi in vitro (i.e. 'biological twin') basati su cellule di tipo muscolare.
- Utilizzo di sistemi per l'acquisizione di segnali elettrofisiologici registrati tramite Matrici di Microelettrodi, sia in vitro che in vivo.
- Sviluppo di algoritmi per l'analisi e interpretazione di dati sperimentali.

Vantaggi

Sviluppo di protocolli terapeutici personalizzati, basati su stimolazione elettrica di biological e digital twin (sia di tipo neuronale che muscolare).

Riabilitazione efficiente con potenziale ripristino delle funzionalità.

Settori di potenziale applicazione della tecnologia sviluppata

Settore sanitario/farmaceutico

Potenziali utenti

Aziende produttrici di dispositivi per la riabilitazione.

Cliniche/ospedali/centri di riabilitazione.

Prodotto/i finale/i

Digital twin: Chip per stimolazione celebrale (TRL 3).

Biological twin (TRL 2).

Applicazioni note /Demo /Casi di studio/Referenze

Test in vivo di stimolazione neuronale guidata dal digital twin e test in vitro per la stimolazione muscolare (intestino) (progetto RAISE).

Le pubblicazioni relative al lavoro sopra descritto sono qui sotto riportate. Si segnala l'importante collaborazione internazionale con il gruppo del Prof. Levi (Università di Bordeaux) per la parte di Digital Twin e la collaborazione nata all'interno di RAISE con l'IRCCS G. Gaslini (ref. prof. Paolo Gandullia) e il CNR (ref. dott.ssa Federica Viti) per la parte di biological Twin su intestino.

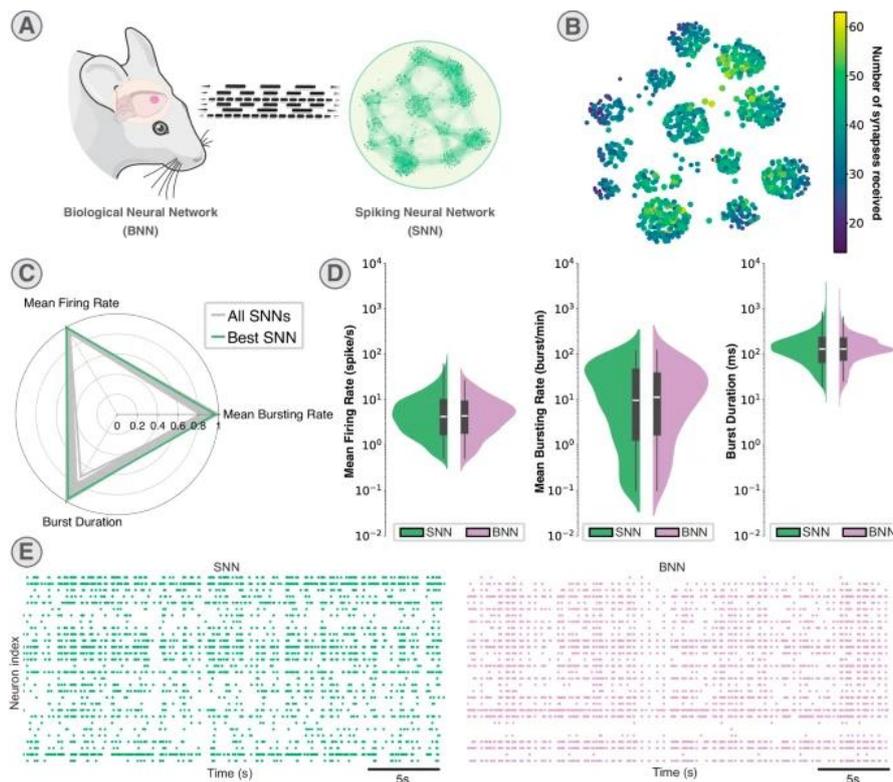
- R Beaubois, J Cheslet, T Duenki, G De Venuto, M Carè, F Khoystatee, M Chiappalone, P Branchereau, Y Ikeuchi, and T Levi. BiœmuS: A new tool for neurological disorders studies through real-time emulation and hybridization using biomimetic Spiking Neural Network. Nature Communications. 15 (1): 5142, 2024
- M Di Florio, Y Bornat, M Carè, VR Cota, S Buccelli, and M Chiappalone. Enabling Model-Based Design for Real-Time Spike Detection. IEEE OJEMB (accepted).
- M Di Florio, M Carè, R Beaubois, VR Cota, F Barban, T Levi, and M Chiappalone. Design of an experimental setup for delivering intracortical microstimulation in vivo via Spiking Neural Network. In 2023 45th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC). Sydney (Australia), 2023. Selected oral presentation (M. Di Florio).

Indicazioni su possibili valorizzazioni

Brevetto in fase di deposito.

Fundraising per proseguire la ricerca

Collaborazioni per aumentare il TRL (miniaturizzazione chip)





Funded by
the European Union
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

RAISE

Responsabile scientifico

Prof.ssa Michela Chiappalone

michela.chiappalone@unige.it

Sito web/Linkedin: <https://it.linkedin.com/in/michela-chiappalone-3b41b6b2>

Contatti/informazioni

Servizio per il trasferimento tecnologico e delle conoscenze

Settore valorizzazione della ricerca, trasferimento tecnologico e rapporti con le imprese

trasferimentotecnologico@unige.it

tel. 010 2095922