

## COMUNICATO STAMPA

### Codifica efficiente: così il cervello risparmia risorse

Una collaborazione tra SISSA e Università della Pennsylvania indica l'esistenza di un processo di codifica efficiente degli stimoli sensoriali nei roditori, suggerendo che si tratti di un principio generale per l'utilizzo ottimale delle risorse computazionali ed energetiche. Lo studio, pubblicato su *eLife*, fornisce nuovi strumenti per la comprensione del meccanismo stesso e lo sviluppo di sistemi di intelligenza artificiale.



Trieste, 7 dicembre 2021

Si stima che il cervello di un essere umano a riposo consumi in media un quinto dell'energia prodotta dal suo organismo. Si parla di circa 20 W al giorno. Non molto se pensiamo anche solo alla quantità di stimoli sensoriali che riceviamo costantemente. E in effetti sarebbe molto di più se il nostro cervello non fosse dotato di un meccanismo di codifica efficiente che ci permette di elaborare solo le informazioni che ci sono davvero utili. Un nuovo studio condotto dalla Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati - SISSA e dall'Università della Pennsylvania, pubblicato su *eLife*, rivela l'esistenza di un analogo processo di codifica degli stimoli visivi nei roditori. I risultati avvalorano un'importante teoria alla base della percezione sensoriale e aprono la strada all'impiego di nuovi approcci sperimentali per la comprensione dei meccanismi neuronali sottostanti e allo sviluppo di nuovi protocolli di apprendimento per i sistemi di visione artificiale.



All'inizio degli anni '60, lo scienziato britannico Horace Barlow propose l'ipotesi nota come *efficient coding*. "Secondo questa teoria il nostro cervello è in grado di elaborare in modo efficiente gli stimoli sensoriali, sfruttando un codice neuronale che minimizza il numero di impulsi, e quindi l'energia, necessari per codificare e trasmettere l'informazione", spiega Davide Zoccolan, direttore del Laboratorio di neuroscienze visive della SISSA. "In particolare, questo accade nel sistema visivo, anche a causa del numero decrescente di neuroni nelle aree più profonde della corteccia, che ne riduce la capacità di rappresentazione".

La teoria dell'informazione, alla base di questa ipotesi, prevede che, per essere davvero efficiente, un sistema sensoriale debba allocare in modo preferenziale le proprie risorse computazionali al fine di rappresentare le proprietà statistiche dell'ambiente che forniscono più informazioni sul suo stato. Nel caso del sistema visivo, si tratta di estrarre le proprietà più informative dalle immagini naturali che ci circondano.

Proprio di questo si è occupato in passato il neuroscienziato computazionale dell'Università della Pennsylvania Vijay Balasubramanian: "Abbiamo analizzato migliaia di immagini di paesaggi naturali. Le abbiamo trasformate in immagini binarie, formate da pixel bianchi e neri, e le abbiamo quindi scomposte in diverse trame, o *texture*, ottenute secondo specifici criteri statistici, in cui varia la probabilità di avere due o più pixel vicini uguali", racconta il ricercatore. "Abbiamo notato che le diverse tipologie di trame hanno una diversa variabilità in natura e che i soggetti umani sono in grado di riconoscere meglio quelle che variano maggiormente. Come se le nostre risorse venissero assegnate dove sono più necessarie".

Fino ad ora non esisteva prova dell'esistenza di un analogo processo di codifica efficiente delle trame visive in altre specie. In questo studio, pubblicato su *eLife*, i gruppi di Davide Zoccolan e Vijay Balasubramanian hanno dimostrato la sua presenza nei roditori.

Riccardo Caramellino (primo autore dello studio), insieme ad Andrea Buccellato e Anna Carboncino, ha istruito gli animali a distinguere immagini di tipo binarie create in modo completamente casuale da immagini costruite secondo specifici criteri probabilistici, analogamente a quanto fatto in passato con i soggetti umani. Analizzando i risultati attraverso un modello matematico di 'osservatore ideale' sviluppato da Eugenio Piasini (anch'egli primo autore della ricerca), gli scienziati hanno visto che anche i roditori sono in grado di riconoscere più facilmente le trame che in natura si presentano con maggiore variabilità.

"Coerentemente con il principio della codifica efficiente dell'informazione sensoriale, abbiamo osservato nei roditori lo stesso tipo di sensibilità percettiva alle *textures* dimostrato in precedenza nei soggetti umani, nonostante la distanza filogenetica fra queste specie. Il risultato fa presupporre che si tratti di un principio universale", commenta Zoccolan. "Il sistema visivo sembra adattarsi all'ambiente circostante attraverso una sorta di apprendimento passivo, specializzandosi sui segnali più utili da percepire e favorendo così un notevole risparmio di risorse computazionali ed energetiche. Il nostro studio apre le porte all'utilizzo di nuovi approcci sperimentali per studiare i meccanismi neuronali alla



base di questo processo fondamentale e supporta la possibilità di sviluppare nuovi protocolli per lo sviluppo di sistemi di visione artificiale basati su questo stesso principio”.

---

**LINK UTILI**

Articolo:

[elifesciences.org/articles/72081](https://elifesciences.org/articles/72081)

**IMMAGINE**

“Rappresentazione binaria di paesaggio”

Crediti: Eugenio Piasini

**CONTATTI****SISSA**

**Chiara Saviane**

→ [saviane@sissa.it](mailto:saviane@sissa.it)

T +39 040 3787230

M +39 333 7675962

**Nico Pitrelli**

→ [pitrelli@sissa.it](mailto:pitrelli@sissa.it)

T +39 040 3787462

M +39 339 1337950

**University of  
Pennsylvania**

**Erica K. Brockmeier**

→ [ekbrock@upenn.edu](mailto:ekbrock@upenn.edu)

T +1 (215) 898-8562

M +1 (215) 287-8317