

L'enigma del codice neurale

Una nuova tecnica può dire quali parti del cervello si basano su segnali analogici e quali su segnali digitali.

The Physics arXiv Blog

Uno dei grandi dibattiti nel campo delle neuroscienze è come i neuroni codifichino le informazioni in entrata e in uscita dal cervello. In questione è se i dati siano inviati e ricevuti in forma digitale o analogica o se addirittura il cervello possa elaborare in entrambi i modi allo stesso tempo. Ciò è importante perché può cambiare il nostro modo di pensare su come funziona il cervello.

La soluzione di questo problema non è però semplice. I segnali digitali utilizzati dai computer tradizionali sono completamente diversi dai segnali analogici utilizzati in dispositivi come televisori e radio vecchio stile. Ciò li rende facili da distinguere. Ma lo stesso non si può dire dei segnali neurali, in cui il carattere analogico o digitale è difficile da distinguere. Un passo avanti utile sarebbe quello di trovare un modo per distinguere tra i segnali neurali analogici e quelli digitali.

Due ricercatori della Università di Kyoto, in Giappone, Yasuhiro Mochizuki e Shigeru Shinomoto, dicono di avere trovato, se non una soluzione, quanto meno un modo per arrivarci.

I neuroscienziati sanno da tempo che i neuroni trasportano i segnali sotto forma di impulsi elettrici che chiamano potenziali d'azione o picchi. Una serie di questi segnali è definito come un treno di picchi. Come le informazioni siano codificate in un treno di picchi non è noto, ma i ricercatori hanno individuato almeno due protocolli di codifica diversi. Nel 1990, hanno scoperto che il modo in cui un muscolo si tende è determinato dalla frequenza di picchi in un dato intervallo di tempo.

Questo tipo di segnale si manifesta come acceso o spento e quindi è chiaramente digitale. Tuttavia altri neuroscien-

ziati sostengono che le informazioni possono venire codificate anche in maniera analogica, sulla base degli stessi intervalli con cui arrivano i picchi.

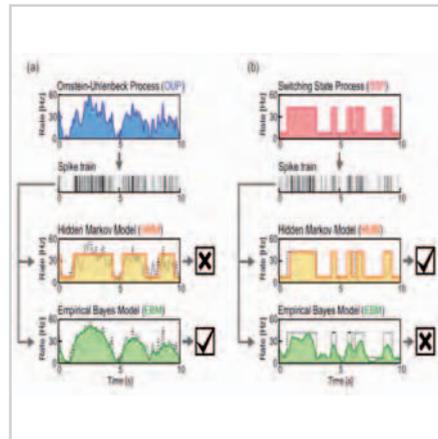
La difficoltà sta nel descrivere queste due codifiche separatamente poiché entrambe dipendono dal profilo dei picchi che viaggiano lungo un neurone. Ora Mochizuki e Shinomoto hanno escogitato un modo per distinguere tra questi due tipi di codifica. Il loro approccio si basa sull'idea che alcuni modelli statistici sono più adatti a rappresentare i codici digitali e altri quelli analogici.

Per esempio, un approccio empirico noto come modello Bayes è specificamente progettato per simulare segnali analogici. Al contrario, il modello Markov è particolarmente efficace nel cogliere le proprietà dei codici digitali.

Mochizuki e Shinomoto hanno pensato di provare a riprodurre un segnale neuronale utilizzando sia il modello Bayes, sia il modello Markov, ipotizzando che il segnale sia digitale o analogico a seconda del modello che meglio ne simula le caratteristiche.

I due ricercatori hanno testato il loro approccio analizzando i segnali prodotti in diverse parti del cervello di macachi dalla coda lunga, concludendo che le diverse parti del cervello si affidano a diverse forme di codifica.

Si tratta di una scoperta interessante. Se il loro metodo troverà conferme, potrebbe contribuire a risolvere la questione di come il cervello codifica le informazioni per compiti diversi e anche aiutare a realizzare chip in grado di migliorare le interfacce tra uomo e macchina. ■



Una start-up batte i Captcha

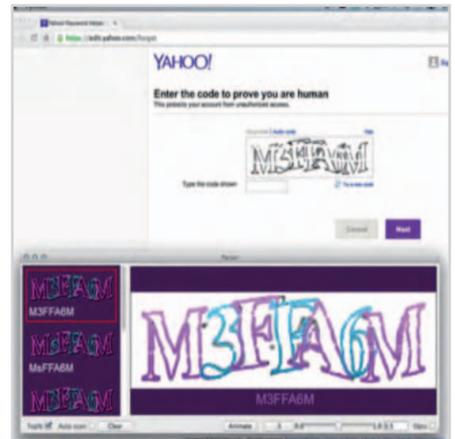
Un software che imita il cervello è in grado di risolvere un test concepito per gli umani.

Rachel Metz

Il Captcha, quei miscugli di lettere e numeri difficili da leggere che vengono utilizzati da molti siti Web per sventare l'accesso da parte di spammer e bot automatizzati, non sono impossibili da gestire per un computer. Una società di intelligenza artificiale di nome Vicarious sostiene di essere capace di risolvere diverse forme di Captcha, senza richiedere quantità esorbitanti di dati e di elaborazione.

Ci riesce grazie a un sistema di percezione visiva che è in grado di imitare l'abilità del cervello nel processare informazioni visive e riconoscere gli oggetti, utilizzando una rete neurale artificiale. La novità nell'approccio della Vicarious, spiega il cofondatore Dileep George, è che il sistema può venire addestrato con immagini in movimento e non soltanto statiche. Il suo sistema è stato capace di risolvere al 90 per cento i Captcha di PayPal, Yahoo, Google e diversi altri servizi on-line.

La Vicarious spera di vendere sistemi capaci di estrapolare testo e numeri da immagini, diagnosticare malattie controllando immagini mediche o indicare quante calorie si sta per assumere osservando una pietanza. ■



Gli esami non finiscono mai

Nei questionari di fisica con risposte a scelta multipla, le risposte corrette dovrebbero seguire la legge di Benford.

The Physics arXiv Blog

Già nel 1930 il fisico americano Frank Benford scoprì che la prima cifra in alcuni elenchi di numeri era molto più probabile che fosse 1 che 9. Testò questa idea su una varietà di dati, come la superficie dei laghi, alcune costanti fisiche e persino gli indirizzi stradali dei primi 342 nomi dell'Annuario americano degli scienziati.

In ogni caso, trovò lo stesso schema: l'1 è la prima cifra nel 30 per cento delle volte, il 2 è la prima cifra il 18 per cento delle volte, il 3 è la prima cifra il 13 per cento delle volte e così via fino al 9 che è prima cifra solo il 5 per cento delle volte.

Benford ha continuato a testare la sua legge di Benford, dimostrando che la distribuzione dei primi numeri in molti, anche se non in tutti, i gruppi di dati segue lo stesso schema logaritmico e che questa proprietà è vera per molti gruppi di dati che riguardano grandezze fisiche, ma non è vera per numeri generati casualmente, per cui la distribuzione delle prime cifre è uniforme.

Ora, 60 anni dopo, la legge di Benford è ancora all'onore delle cronache. La sua migliore applicazione concerne la scoperta delle frodi, resa possibile dal fatto che la distribuzione delle prime cifre nei conti di una società tende a seguire la legge di Benford. Quindi, qualsiasi deviazione da questa tendenza costituisce una buona prova che qualcuno ha manipolato i libri. Così la legge di Benford ha portato alla caduta di vari truffatori.

Tutto ciò pone una domanda interessante: in quale altro campo la legge di Benford potrebbe risultare utile? Oggi Aaron Slepko, della Trent University di Peterborough, Canada, con un paio di amici propone una nuova ipotesi di lavoro, sottolineando che le risposte alle prove d'esame di fisica mediante questionari a

sceita multipla dovrebbero seguire la legge di Benford. Tuttavia, se le risposte errate fossero scelte a caso, non seguirebbero la legge di Benford.

Da questa constatazione potrebbe uno studente intraprendente e al corrente della legge di Benford, anche se meno al corrente del programma di fisica, ottenere qualche vantaggio?

Per scoprirlo, Slepko ha simulato un questionario a scelta multipla che includeva 5 mila domande artefatte. Per le risposte corrette, ha usato dati tratti dalle risposte a reali domande di fisica. Ha invece tratto le risposte non corrette da dati casuali, in cui le prime cifre sono uniformemente distribuite (per cui la prima cifra di un numero ha la stessa probabilità di essere una delle cifre da 1 a 9).

La migliore strategia in una tale prova a scelta multipla è quello di scegliere la risposta con la prima cifra più bassa ovvero, qualora due o più risposte abbiano la stessa cifra più bassa, scegliere tra queste.

Così hanno fatto Slepko e i suoi collaboratori. I risultati sono stati conclusivi. In una prova a scelta multipla con tre possibili risposte, questa strategia ha prodotto un punteggio positivo nel 51 per cento dei casi, anche se le risposte sono state scelte senza alcuna conoscenza della fisica.

In un certo senso, non c'è da sorprendersi. La legge di Benford implica che le probabilità delle prime cifre di un numero di essere un 1, un 2 o un 3 sono superiori al 50 per cento e ciò offre delle evidenti opportunità a chi ne è a conoscenza. Ma questa strategia funzionerebbe anche negli esami veri?

Slepko ha testato un gruppo di dati relativi a reali esami di fisica con domande a scelta multipla e i risultati gli hanno riservato un'autentica sorpresa.

La strategia suggerita dalla legge di Benford non offre alcun vantaggio. In altre parole, sarebbe impossibile superare un esame di fisica in questo modo.

Come mai? Slepko ha analizzato più da vicino le risposte corrette e le risposte errate anche in questa documentazione realistica, trovando qualcosa di davvero sorprendente.

Sia le risposte vere, sia le risposte errate seguono la legge di Benford, quindi non ci sarebbe alcuna differenza nella distribuzione delle prime cifre, che uno

studente intraprendente possa sfruttare a suo vantaggio.

Perché le risposte sbagliate seguano la legge di Benford non è davvero chiaro. Non scaturiscono forse da una scelta casuale?

Slepko ha valutato una serie di possibilità, di cui la più ovvia potrebbe essere che anche le risposte sbagliate alla domanda in questione sono in realtà risposte giuste ad altre, cioè che corrispondono esse stesse a grandezze fisiche. Ma non mancano anche altre possibilità.

Questa sarà una delusione per le legioni di studenti di fisica che speravano di cavarsela con poca o nessuna conoscenza del loro oggetto di studio.

Tuttavia, a questi studenti Slepko e collaboratori offrono una briciola di speranza, sottolineando come le probabilità di una risposta numerica corretta che cominci con le cifre 1, 2 o 3 sia superiore al 50 per cento.

Per contro, le probabilità di una risposta numerica corretta che inizi con 7, 8 o 9 sono solo del 15 per cento.

Slepko conclude che «da questa ricerca si può trarre solo un piccolo consiglio per gli studenti che debbano affrontare una prova come quella descritta: al termine di un lungo questionario con molte domande e risposte, se resta poco tempo per ricontrollare le risposte a tutte le domande, sarà più conveniente impiegarlo a riconsiderare le domande con risposte che comportano le cifre iniziali più ricorrenti; domande con risposte che presentano cifre iniziali di 7, 8 o 9 solo nel 15 per cento delle volte».

Buona fortuna! ■

