



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

## **L'Intelligenza artificiale accelera! Un nuovo circuito elettronico per risolvere calcoli complessi**

*Milano, 14 marzo 2019* - Il Politecnico di Milano ha sviluppato un circuito elettronico in grado di risolvere un sistema di equazioni lineari in una sola operazione della durata di alcune decine di nanosecondi.

Le prestazioni di questo nuovo circuito sono superiori non solo ai computer digitali classici, ma addirittura degli avveniristici computer quantistici: sarà presto possibile lo sviluppo di una nuova generazione di acceleratori di calcolo che rivoluzionerà la tecnologia dell'intelligenza artificiale.

Risolvere un sistema di equazioni lineari significa trovare il vettore incognito  $x$  che soddisfa l'equazione  $Ax = b$ , dove  $A$  è una matrice di coefficienti e  $b$  il termine noto. Per risolvere questo problema un comune calcolatore digitale esegue un algoritmo che richiede numerosissime operazioni, che si traducono in un tempo ed una energia considerevoli.

Il nuovo circuito sviluppato nell'ambito del progetto europeo ERC RESCUE (Resistive switch computing beyond CMOS), risolve sistemi di equazioni lineari ( $Ax=b$ ) grazie a un innovativo metodo di calcolo in memoria, dove i coefficienti della matrice  $A$  sono memorizzati in uno speciale dispositivo detto *memristore*. Il memristore è in grado di memorizzare valori analogici, perciò una matrice di memristori è in grado di mappare nel circuito una matrice di coefficienti  $A$ , permettendo di rendere il calcolo rapidissimo.

La matrice di memristori è stata sviluppata nella Clean Room del Centro di micro e nano fabbricazione Polifab del Politecnico di Milano. Il circuito a memristori è stato sperimentato e validato su una vasta gamma di problemi algebrici, come il calcolo per stabilire il ranking di siti internet e per risolvere complicate equazioni differenziali, come l'equazione di Schrödinger per il calcolo di funzioni d'onda quantistiche di un elettrone. Tutte queste operazioni sono condotte in una sola operazione.

Questi risultati sono stati pubblicati sulla prestigiosa rivista PNAS dell'Accademia Nazionale di Scienze degli USA.

(Lo studio: <https://www.pnas.org/content/116/10/4123>)

## **Artificial intelligence speeds up!**

### **A new electronic circuit to solve complex problems**

*Milan, March 14, 2019* – A group at Politecnico di Milano has developed an electronic circuit able to solve a system of linear equations in a single operation in the timescale of few tens of ns.

The performance of this new circuit is superior not only to the classical digital computers, but also to the futuristic quantum computers: it will be soon possible to develop a new generation of computing accelerators that will revolutionize the technology of artificial intelligence.

Solving a system of linear equations means finding the unknown vector  $x$  which satisfies the equation  $Ax = b$ , where  $A$  is a matrix of coefficients and  $b$  is a known vector. To solve this problem, a conventional digital computer executes an algorithm which takes several operations, thus translating into considerable time and energy consumption.

The new circuit, which has been developed in the frame of the ERC European project RESCUE (Resistive switch computing beyond CMOS), solves systems of linear equations ( $Ax=b$ ) thanks to an innovative method of in-memory computing, where the coefficients of matrix  $A$  are stored in a special device called *memristor*. The memristor is able to store analogue values, thus a memristor matrix can physically map a coefficient matrix  $A$  within the circuit, thus strongly accelerating the computation.

The memristor array has been developed at the Clean Room of the Center for micro and nano fabrication Polifab of Politecnico di Milano. The memristor circuit has been tested and validated on a wide set of algebraic problems, such as the ranking of internet websites and the solution of complicated differential equations, such as the Schrödinger equation for the computation of the quantum wavefunction for an electron. All these problems are solved in a single operation.

These results have been published on the prestigious journal PNAS of the National Academy of Science of the USA.

(See the link: <https://www.pnas.org/content/116/10/4123>)