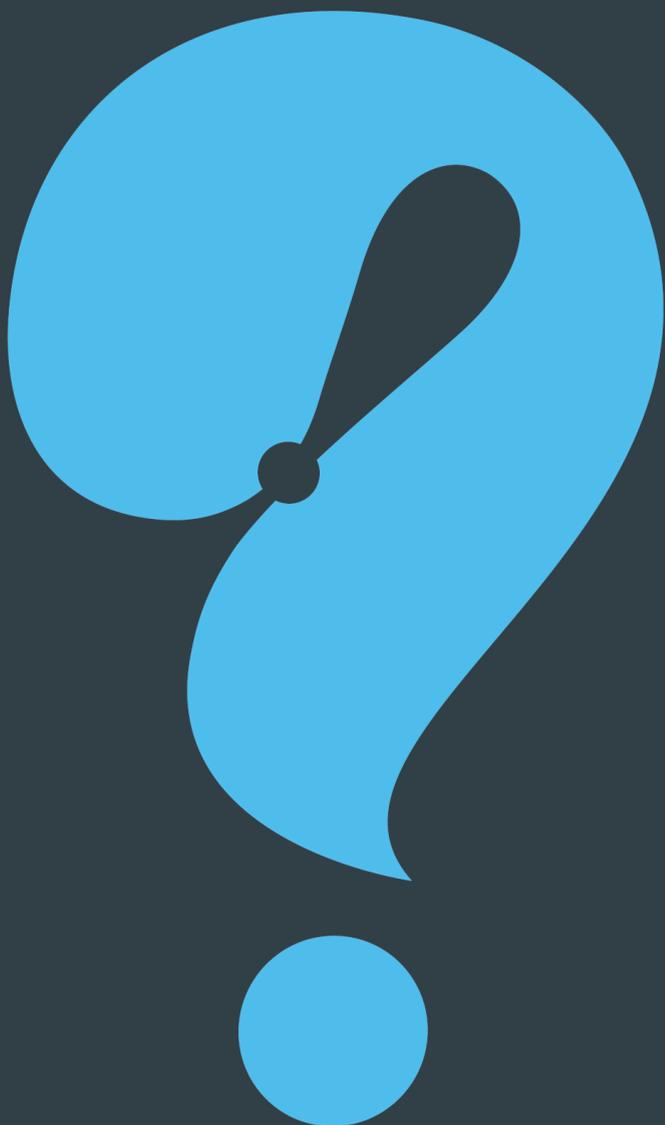


10 TECNOLOGIE EMERGENTI

2014



Ogni anno, segnaliamo 10 tecnologie che riteniamo possano avere un grande impatto sia nel campo della ricerca, sia, in prospettiva, nel mercato. Quest'anno, ognuna delle tecnologie di rottura che abbiamo selezionato costituisce la soluzione di un vecchio problema che, in alcuni casi, ha comportato decenni di frustrazione. Se il problema consisteva nella creazione di macchine che possedessero l'equilibrio e l'agilità per camminare e correre su terreni accidentati e irregolari o la progettazione di occhiali per la realtà virtuale, abbastanza funzionali ed economici da venire utilizzati ampiamente, le soluzioni richiedevano una creatività artistica, nonché la disponibilità a rischiare il fallimento. I tecnologi protagonisti di queste storie ricordano quegli innovatori che sono riusciti a risolvere i loro problemi (e che abbiamo presentato in questi stessi mesi), ma ancora più meritevoli sono quanti hanno contribuito ai loro successi, non conseguendo miglioramenti incrementali, ma attraverso esperimenti falliti e però necessari per avvicinarsi passo dopo passo agli obiettivi prefissati. ■ *Jason Pontin*

L'intelligenza del sole e del vento

Kevin Bullis

Agile come un robot

Will Knight

Stampa 3D in microscala

David Rotman

L'importanza di volare basso

Chris Anderson

Oculus Rift

Simon Parkin

A difesa del telefono

David Talbot

L'ecosistema degli smartphone

Ted Greenwald

I chip neuromorfici

Robert D. Hof

L'atlante cerebrale

Courtney Humphries

Editing genomico

Un audace esperimento

Christina Larson

Come funziona il CRISPR

Amanda Schaffer

L'intelligenza del sole e del vento

I big data e l'Intelligenza Artificiale permettono di raccogliere ed elaborare previsioni accurate, che rendono possibile integrare le energie rinnovabili nelle reti.

Kevin Bullis

L'energia eolica è in piena espansione nelle vaste pianure del Colorado orientale. Spostandosi sette miglia a nord della città di Limon, sull'Highway 71, e dirigendosi a est sulla County Road 3p, una strada di ghiaia polverosa affianca le linee elettriche. In pochi minuti ci si trova circondati per miglia da file di turbine eoliche torreggianti. Tre grandi stabilimenti eolici sono stati costruiti nella zona fin dal 2011. Uno nuovo è in costruzione quest'anno.

Con intervalli di pochi secondi, quasi ognuna delle centinaia di turbine registra la velocità del vento e la quantità di energia prodotta. Ogni cinque minuti, le turbine inviano i dati a computer ad alte prestazioni che si trovano a 100 miglia di distanza, presso il National Center for Atmospheric Research (NCAR), a Boulder. Il software, basato sull'IA, esamina i numeri insieme ai dati dei satelliti meteorologici, delle stazioni meteo e degli altri stabilimenti eolici dello Stato. Tutte queste informazioni permettono previsioni sull'energia eolica di accuratezza assoluta. Non a caso il Colorado è lo Stato che ha sviluppato più di altri il settore delle energie rinnovabili, a costi più bassi di quanto gli operatori del settore avessero ritenuto possibile in precedenza.

Le previsioni stanno aiutando le aziende energetiche ad affrontare uno dei problemi principali dell'energia eolica: la sua intermittenza. L'impiego di modeste quantità di energia eolica non crea disagi alle utilities. Queste aziende sono attrezzate per fare i conti con la variabilità, anche perché la domanda di elettricità cambia da

stagione a stagione, anche di minuto in minuto. Tuttavia, una utility che voglia impiegare grandi quantità di energia eolica, deve disporre di un sistema energetico di riserva per garantire il servizio in assenza di vento. Questi impianti d'emergenza, che in genere bruciano combustibili fossili, sono costosi e inquinanti. Ma, con previsioni molto più accurate, le aziende possono tagliare le strutture di riserva, riducendone il peso complessivo.

Prima che i sistemi di previsioni venissero implementati, Xcel Energy, che fornisce elettricità a una grande parte del Colorado, si oppose alla proposta di utilizzare le fonti rinnovabili per un modesto 10 per cento delle sue capacità produttive. L'azienda spedì opuscoli ai suoi clienti in cui spiegava che questa legge avrebbe fatto incrementare i costi dell'elettricità di 1,5 miliardi di dollari in 20 anni. Ma, grazie alla maggiore accuratezza delle previsioni, Xcel, una delle più grandi utilities del paese, ha mutato atteggiamento. L'azienda ha installato più impianti eolici di ogni altra utility statunitense e si è schierata a favore di una legge per portare la quota

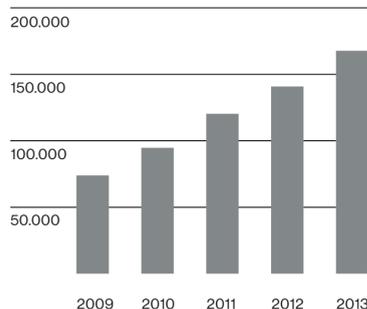


Le turbine di questo stabilimento eolico a nord di Limon, in Colorado, raccolgono e trasmettono grandi quantità di dati.

Produzione di energia eolica negli Stati Uniti

Gigawatt-ora

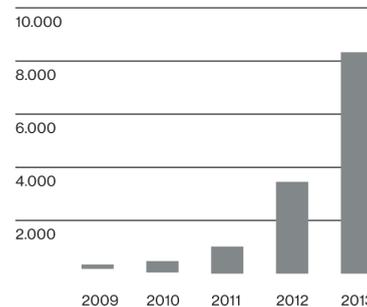
La quantità di energia eolica è più che raddoppiata a partire dal 2009.



Produzione di energia solare negli Stati Uniti

Gigawatt-ora

La produzione di energia solare è indietro di circa un decennio rispetto a quella eolica.



obbligatoria di energia rinnovabile al 30 per cento, sostenendo di essere disposta ad andare anche oltre.

Una prima versione del sistema di previsioni NCAR è stata presentata nel 2009, ma lo scorso anno si è verificato un vero e proprio balzo in avanti: la totale affidabilità delle previsioni ha permesso a Xcel di guadagnare tanto denaro quanto nei tre anni precedenti messi insieme. Quest'anno NCAR sta sperimentando un sistema simile di previsione per l'energia solare.

La raccolta di queste dettagliate previsioni per sviluppare un sistema di distribuzione di elettricità più flessibile ed efficiente potrebbe rendere più semplice dal punto di vista dei costi raggiungere gli ambiziosi obiettivi internazionali di riduzione delle emissioni di carbonio. Lo sostiene Bryan Hannegan, direttore di un impianto di 135 milioni di dollari al National Renewable Energy Laboratory (NREL), a Golden, in Colorado, che utilizza simulazioni computeristiche per trovare modi di sviluppare su scala industriale le energie rinnovabili. «Abbiamo un obiettivo a lungo termine da conseguire in campo ambientale e finalmente vediamo la possibilità di conseguirlo. Finora non me la sarei sentita di fare un'affermazione del genere», precisa Hannegan.

A caccia del vento

Nessuno è più consapevole dei problemi connessi all'integrazione dell'energia eolica nella rete elettrica di Dayton Jones, un supervisore delle centrali di Xcel Energy. Dalla sua postazione al decimo piano della sede di Xcel a Denver, Jones è il responsabile del sistema di illuminazione del Colo-

rado. Questo lavoro richiede la capacità di combinare la produzione di energia con la domanda di elettricità, controllando i flussi in entrata e in uscita. Un eccesso o una carenza di energia possono danneggiare le apparecchiature elettriche o provocare addirittura un blackout sull'intera rete. L'energia eolica, con le sue fluttuazioni improvvise, complica la situazione.

Qualche anno fa, supervisor come Jones non potevano affidarsi alle previsioni sulle disponibilità di energia eolica per la rete in un determinato periodo. Queste previsioni avevano un margine di errore del 20 per cento e qualche volta l'energia eolica non manteneva del tutto le promesse. La soluzione adottata è stata quella di avere impianti che girano a regime minimo, alimentati con combustibili fossili, pronti a rimpiazzare in pochi minuti i vuoti di energia eolica che si venivano a creare. Questa soluzione è impegnativa dal punto di vista economico e più il sistema si affida all'energia eolica, più i costi si impennano. Inoltre, il funzionamento degli impianti di riserva con combustibili fossili implica «il rilascio nell'aria di carbonio», afferma William Mahoney, vicedirettore del Research Applications Laboratory al NCAR. «Si spende molto e in più si danneggia l'ambiente».

L'accuratezza delle previsioni di NCAR offre a Jones la possibilità di chiudere molti degli impianti di riserva che girano a regime minimo.

Il numero varia a seconda dell'affidabilità delle previsioni. Se fa freddo e piove e c'è la possibilità che si formi del ghiaccio sulle turbine eoliche, rallentandone il funzionamento o bloccandole, Jones potrebbe

avere bisogno di energia da combustibili fossili per rimpiazzare quella eolica.

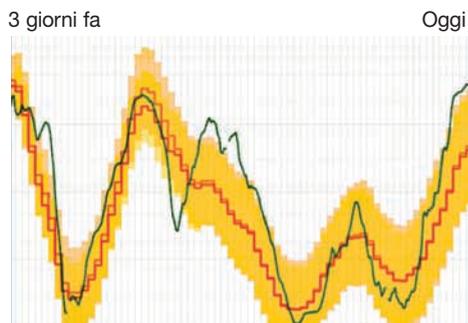
Ma nelle giornate di sole con vento costante e sostenuto, egli potrebbe chiudere tutti i suoi impianti di riserva, anche quelli normalmente riservati alle variazioni della domanda. In simili circostanze, Jones può sfruttare gli stabilimenti eolici per venire incontro all'incremento della domanda; infatti, il livello di produzione di una turbina eolica si può modificare quasi istantaneamente cambiando l'angolazione delle pale, in modo da catturare più o meno vento. I computer della sede di Denver di Xcel comunicano agli stabilimenti eolici quanto devono produrre e una serie di controlli automatizzati coordinano le centinaia di turbine.

All'inizio, le previsioni di Xcel si basavano su dati provenienti da una o due stazioni meteo per gli stabilimenti eolici. Oggi il NCAR raccoglie informazioni pressoché da ogni turbina. I dati vengono inseriti in un modello meteo ad alta risoluzione e sono intrecciati con i risultati di altri cinque sistemi di previsione dei venti. Con riferimento alla serie di dati storici, il software di NCAR valuta quali previsioni si adattano meglio a ogni stabilimento eolico e di conseguenza assegna a ciascuno valori differenti. Le previsioni che emergono da questo lavoro sono molto più affidabili di quelle originali. In una fase successiva, partendo dai dati sull'energia che ogni turbina genererà in risposta alle diverse velocità dei venti, NCAR comunica a Xcel la quantità di energia su cui potrà fare affidamento, ogni 15 minuti, per un periodo fino a 7 giorni.

Le previsioni per l'energia solare costituiscono il prossimo passo di NCAR e

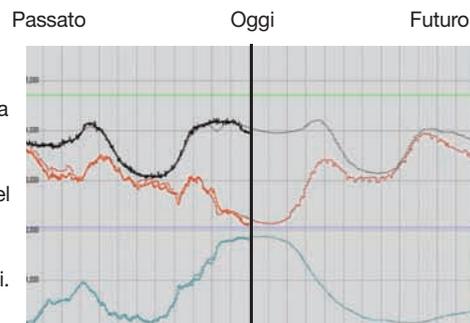
Previsione di produzione di energia

L'energia prodotta (linea verde) ha sopravanzato nei tre giorni la disponibilità di energia eolica (linea rossa). Più è larga l'area gialla, più incerta è la previsione.



Bilanciamenti di energia

La linea rossa – il risultato della differenza tra domanda (in nero) e fornitura di energia eolica (in blu) – mostra la quantità di energia che Xcel deve produrre con gli impianti alimentati con combustibili fossili. Le linee più sottili sono le previsioni.



Xcel, ma le difficoltà sembrano maggiori. Xcel, infatti, non ha informazioni precise su quanta energia i pannelli solari sui tetti delle strutture private stiano generando, per cui non sa quanta di quella energia potrebbe andare persa in presenza di nuvole. Il nuovo sistema di previsioni dell'energia solare di NCAR si avvarrà di dati di satelliti, immagini del cielo, dispositivi di controllo dell'inquinamento e pannelli solari di proprietà pubblica per inferire quanta energia solare viene generata e prevedere i possibili cambiamenti.

Energia virtuale

Come potranno le previsioni estremamente accurate su eolico e solare aiutarci a utilizzare abbastanza energia rinnovabile da raggiungere gli obiettivi climatici di una riduzione significativa delle emissioni di anidride carbonica? I ricercatori della nuova Energy Systems Integration Facility di NREL stanno prestando attenzione a come le energie eoliche e solari possano integrarsi. In quale misura, per esempio, il vento che soffia di notte può sopperire all'assenza della luce solare? Ma stanno anche pensando a come affiancare il sistema delle previsioni a lavastoviglie intelligenti, scaldabagni, inverter per pannelli solari, trattamento delle acque reflue e ricariche delle automobili elettriche, non solo per venire incontro alla instabilità dei venti, ma anche per superare gli inevitabili periodi in assenza di venti e le settimane di tempo nuvoloso senza fare ricorso ai combustibili fossili.

Si prenda l'esempio delle automobili elettriche. Un'automobile può immagazzinare abbastanza elettricità da fornire

energia a una abitazione per un periodo che va da mezza giornata a una settimana, a seconda delle dimensioni delle batterie. Il suo sistema di elettronica di potenza è in grado di controllare il timing e variare la velocità di ricarica, offrendo un modo per combinare le fluttuazioni dell'energia eolica con la domanda di elettricità.

Con piccole modifiche, le batterie delle automobili possono distribuire l'energia immagazzinata alle abitazioni e alla rete elettrica. Oggi non ci sono ancora molte automobili elettriche, ma la situazione potrebbe cambiare nel decennio che passerà prima che le energie rinnovabili salgano al 30 o 40 per cento della fornitura di elettricità (ora l'eolico copre il 4 per cento e il solare meno dell'1 per cento).

A NREL, i ricercatori hanno la possibilità di collegare 30 automobili elettriche a docks interfacciati con sistemi di simulazione della rete elettrica su un supercomputer, per prevedere cosa accadrebbe se migliaia di automobili fossero connesse alla rete.

L'idea è che le automobili elettriche immagazzinino energia dai pannelli solari e la sfruttino per alimentare le zone limitrofe quando la domanda di elettricità raggiunge i suoi picchi notturni, per poi ricaricare le batterie con l'energia eolica alle prime ore del mattino.

Sistemi di previsioni come quelli sviluppati al NCAR giocheranno un ruolo fondamentale, sostiene Bri-Mathias Hodge, senior research engineer al NREL, perché permetteranno di determinare quando le batterie delle automobili dovranno collegarsi alla rete, senza lasciare chi guida con le batterie scariche.

Comunque, ancora prima di diventare realtà, le previsioni di NCAR stanno già provocando grandi cambiamenti. Lo scorso anno, durante un weekend ventoso con una bassa domanda di elettricità, Xcel ha registrato un record: in un'ora, il 60 per cento della sua elettricità in Colorado proveniva dall'eolico. «Qualche anno fa, questa percentuale di energia eolica avrebbe provocato ai supervisor seri problemi di cuore», afferma Drake Bartlett, responsabile dell'integrazione delle energie rinnovabili di Xcel. Allora, fa notare, non avrebbero potuto sapere se questa energia sarebbe venuta meno all'improvviso: «Oggi non è così e sappiamo già che questo record è destinato a crollare». ■

Kevin Bullis è responsabile dell'area energia di MIT Technology Review USA.

Innovazione

Previsione accuratissime per l'utilizzo di fonti energetiche solari ed eoliche.

Perché è importante

La soluzione del problema dell'intermittenza è un nodo cruciale per l'espansione delle energie rinnovabili.

Protagonisti

- Xcel energy
- Power
- National Center for Atmospheric Research

Agile come un robot

Gli scienziati informatici hanno creato macchine che posseggono l'equilibrio e l'agilità sufficienti a camminare e a correre su un terreno impervio, favorendo il loro impiego in ambienti umani.

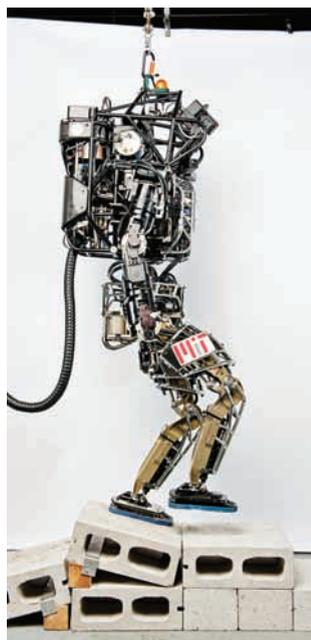
Will Knight

Caminare è uno straordinario esempio di ingegneria biomeccanica. Ogni passo richiede equilibrio e la capacità di adattarsi all'instabilità in tempi brevissimi. Va calcolata con attenzione la forza da applicare ai cambiamenti di direzione e in fase di "atterraggio" del piede. Non ci si deve quindi meravigliare se, fino a oggi, i robot hanno avuto serie difficoltà a farlo.

Atlas, un robot umanoide prodotto da Boston Dynamics, un'azienda che Google ha acquisito lo scorso dicembre, è in grado di muoversi su terreni scoscesi e anche di correre su superfici piane. Anche se in grado di camminare, i robot che lo hanno preceduto, come ASIMO di Honda e il piccolo QRIO di Sony, non riescono a mantenersi bene in equilibrio; di conseguenza, si muovono spesso in modo goffo e hanno un valore limitato dal punto di vista pratico. Atlas, con la sua stabilità eccezionale e la capacità di ritrovare l'equilibrio con grande facilità, è dotato delle caratteristiche necessarie a spostarsi in ambienti umani senza particolari problemi.

I robot che si muovono agilmente possono risultare di grande aiuto nelle operazioni di salvataggio e giocare un ruolo importante nei lavori di routine, quali l'assistenza domiciliare agli anziani o alle persone disabili.

Agli inizi degli anni Ottanta, Marc Raibert, cofondatore di Boston Dynamics, è stato all'avanguardia nella produzione di macchine con "bilanciamento dinamico", vale a dire dotate della capacità di effettuare una serie di movimenti continui per mantenere la posizione eretta. Durante la sua docenza alla Carnegie Mellon University, Raibert ha costruito un robot monogamba che si aggirava per il suo labo-



Ricercatori del MIT, guidati da Seth Teller e Russ Tedrake, hanno aggiornato il software di bilanciamento dinamico di Atlas con una loro versione che permette al robot di muoversi in modo relativamente rapido su terreni irregolari. A destra: Il software del MIT permette ad Atlas di assumere posizioni fisiche estreme senza cadere. *Fotografie: Webb Chappell*

torio, saltando come se stesse su un bastone pogo-pogo; il robot riusciva a calcolare dopo ogni salto come riposizionare la gamba e il resto del corpo oltre a valutare con precisione la spinta da dare per il balzo successivo. Atlas mostra un ottimo bilanciamento dinamico grazie ai suoi sistemi idraulici molto potenti che gli permettono di mantenere una posizione eretta.

Il robot è in grado di fare lavori gravosi, spostarsi su pile di macerie instabili e rimanere in equilibrio su una sola gamba se colpito con un maglio sferico di 10 kg. Allo stesso modo di una persona, se spinto, Atlas cerca di rimanere in piedi, spostando il peso e riposizionando le gambe in modo da evitare di cadere. Il ventaglio di possibilità aperte dalla sua capacità di muoversi come un essere umano è stato l'elemento che ha impressionato Google. Anche se non è del tutto chiaro perché sia entrata nel business della robotica, lo scorso anno l'azienda ha comprato altri sette robot, tra cui uno specializzato nella visione e manipolazione.

Atlas non è ancora pronto per svolgere lavori domestici o d'ufficio. Il suo potente motore diesel è esterno e rumoroso e gli spostamenti dei suoi arti in titanio possono creare situazioni pericolose. Ma è in grado di intervenire in ambienti inaccessibili a chi

fronteggia emergenze, come nel caso della sala di controllo di una centrale nucleare a rischio di fusione del nocciolo. «Se il nostro obiettivo è di produrre robot che si comportino come un essere umano, allora la strada da percorrere è ancora lunga», afferma Raibert. Ma vedendo Atlas muoversi e correre si direbbe che il modello da seguire sia già a disposizione. ■

Will Knight dirige l'edizione on-line di MIT Technology Review USA.

Innovazione

Robot bipedi che si muovono agilmente su terreni impervi.

Perché è importante

Molti territori sono inaccessibili alle macchine con ruote, ma non a robot bipedi.

Protagonisti

- Boston Dynamics
- Schaff
- Honda

Stampa 3D in microscala

Inchiostri prodotti con materiali di diversi tipi, accuratamente dosati, espandono considerevolmente la varietà di oggetti che possono venire stampati.

David Rotman

Malgrado l'entusiasmo suscitato dalla stampa 3D, i suoi prodotti rimangono abbastanza limitati. Si può dare vita a strutture complesse, ma prevalentemente in plastica riciclata. Anche i produttori che utilizzano l'*additive manufacturing*, una tecnologia avanzata che permette di realizzare un prodotto attraverso aggiunte progressive di materiali, sono riusciti a espandere il repertorio di componenti solo a qualche lega metalli-

ca. Ma cosa potrà accadere se le stampanti 3D potranno sfruttare un vasto assortimento di differenti materiali, dalle cellule viventi ai semiconduttori, mescolando accuratamente gli "inchiostri"?

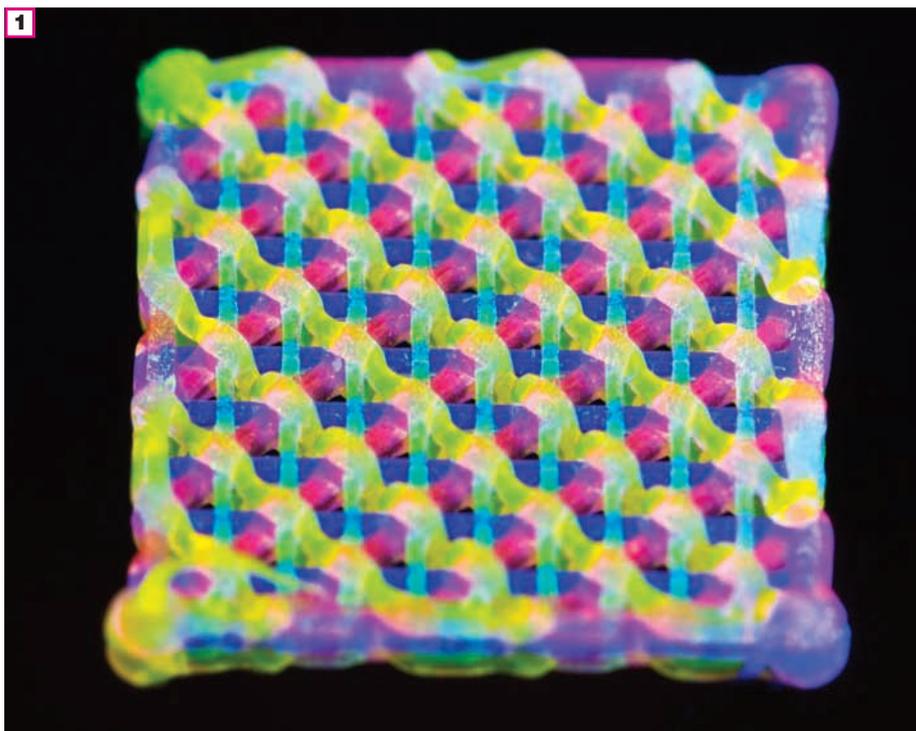
Jennifer Lewis, docente di bioingegneria ad Harvard, sta lavorando alla tecnologia e alle soluzioni chimiche per conseguire questo risultato. Lewis stampa oggetti dalle forme intricate, a partire da zero, aggiungendo meticolosamente materiali utili per le loro proprietà meccaniche, la conduttività elettrica o i componenti ottici. In questo modo, la tecnologia di stampa tridimensionale potrà produrre oggetti che siano in armonia con l'ambiente in cui vengono inseriti.

«L'integrazione tra forma e funzione è la prossima sfida che il mondo della stampa in 3D dovrà affrontare», spiega Lewis.

Un gruppo della Princeton University ha stampato un orecchio bionico, mettendo insieme tessuti ed elettronica, mentre un gruppo di ricercatori dell'Università di Cambridge ha creato con la stampa 3D cellule retinali per formare i complessi tes-

suti oculari. Ma anche in confronto a questi sviluppi importanti della stampa tridimensionale, il laboratorio di Lewis si distingue per la varietà di materiali e di oggetti che è in grado di produrre.

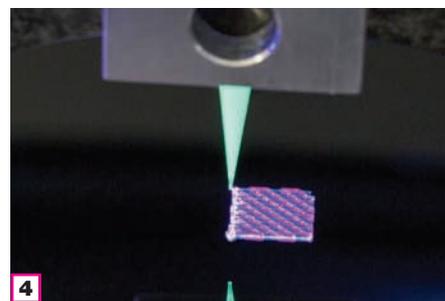
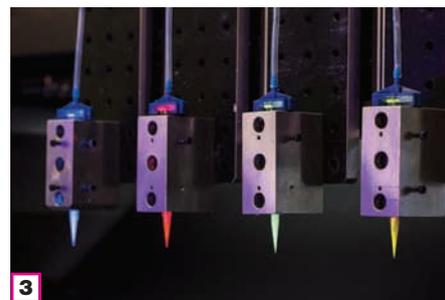
Lo scorso anno, la Lewis e i suoi studenti hanno stampato elettrodi microscopici e altri componenti per alcune minuscole batterie agli ioni di litio. Altri progetti includono sensori stampati in plastica, che gli atleti potranno indossare per misurare la forza degli impatti violenti. Più di recente, il suo gruppo ha stampato tessuti biologici intrecciati con una complessa rete di vasi sanguigni. Per conseguire questo risultato, i ricercatori hanno dovuto produrre inchiostri con diverse varietà cellulari e materiali speciali, che formano la matrice di supporto. L'obiettivo è quello di risolvere uno dei problemi principali che si parano dinanzi a chi è impegnato nella creazione di organi artificiali per la sperimentazione dei farmaci o, in prospettiva, nella produzione di organi di ricambio: come creare un sistema vascolare in grado di mantenere vive le cellule.

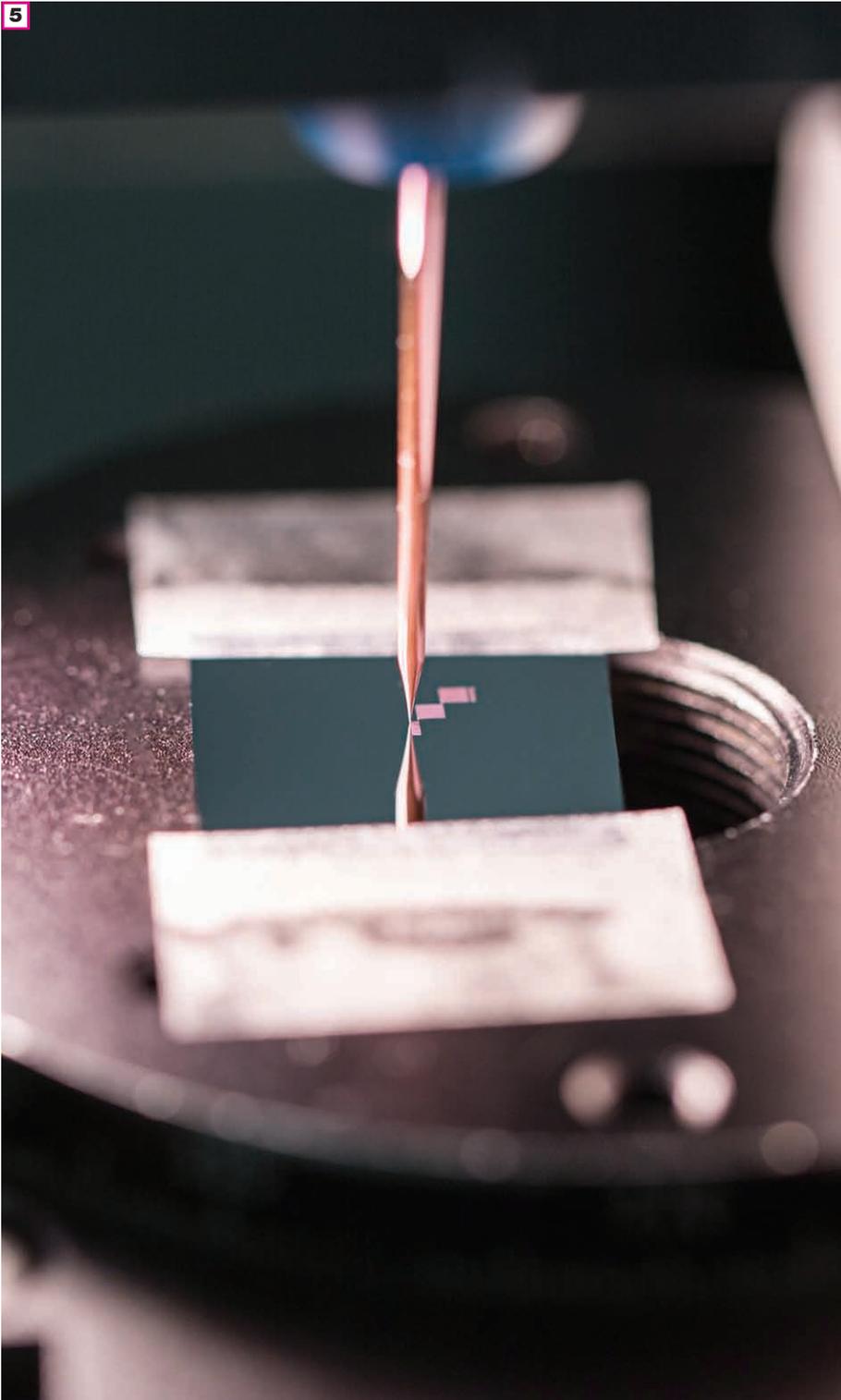


La stampa di forme complesse

1. Per mostrare le potenzialità della stampa 3D con più materiali, il laboratorio della Lewis ha prodotto un reticolo complesso utilizzando differenti inchiostri.
2. Per la dimostrazione, il gruppo ha preparato quattro diversi inchiostri polimerici, di differenti colori.

3. Gli inchiostri sono stati collocati in testine di stampa standard.
4. Depositando sequenzialmente e con accuratezza gli inchiostri grazie a un software apposito, la stampante ha prodotto in tempi rapidi il reticolo colorato.





Inchiostri al nanoargento e sensori flessibili

5. Inchiostri composti da nanoparticelle d'argento vengono utilizzati per stampare elettrodi della grandezza di qualche micrometro.

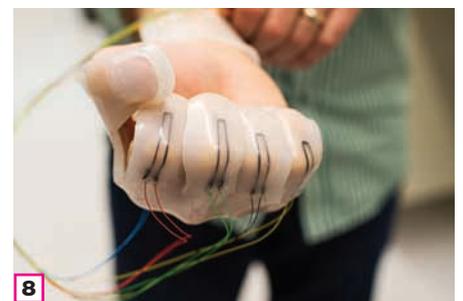
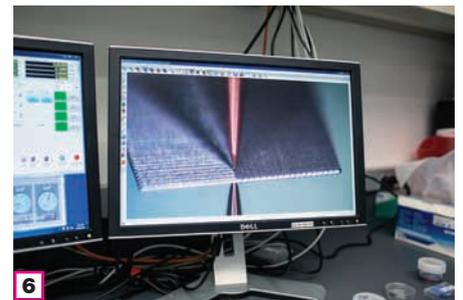
6. Come nelle altre fasi della stampa 3D, le operazioni sono dirette e monitorate dai computer.

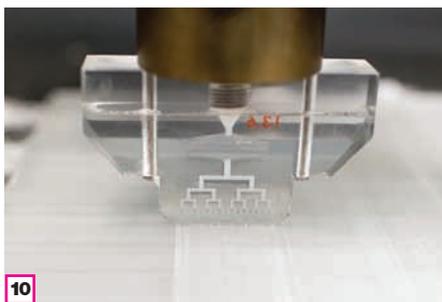
7. L'obiettivo di Jennifer Lewis è la stampa di architetture complesse che integrino forma e funzione.

8. Un guanto con sensori per lo sforzo è stato prodotto stampando i componenti elettronici su un elastomero estendibile.

In un laboratorio sotterraneo poco distante dall'ufficio della Lewis, il suo gruppo ha una stampante 3D "artigianale", fornita di microscopio, che può stampare con accuratezza strutture con caratteristiche di un micrometro (un globulo rosso umano ha un diametro di circa 10 micrometri). Un'altra stampante 3D, più grande, dotata di ugelli a uscite multiple per stampare più inchiostri simultaneamente, può produrre un campione di un metro quadrato di grandezza con la microstruttura desiderata in pochi minuti.

Il segreto delle creazioni della Lewis risiede nelle proprietà degli inchiostri, che possono venire impiegati durante il processo di produzione. Ogni inchiostro è di un materiale differente, ma tutti si possono stampare a temperatura ambiente. I diversi tipi di materiali presentano una pluralità di sfide. Le cellule, per esempio, sono delicate e si danneggiano facilmente al momento del passaggio attraverso gli ugelli. In tutti i casi, spiega la Lewis, gli inchiostri devono





Velocità di esecuzione

9. La stampante più grande del laboratorio della Lewis produce oggetti che arrivano a misurare anche un metro quadrato.

10. Per raggiungere questo risultato, la stampante utilizza serie di ugelli, a 64 o a 128, che rendono

molto più rapido il processo di produzione.

11. Un campione di prova con una microstruttura stratificata è stato stampato in pochi minuti con un inchiostro a cera.

venire pensati per sostenere la pressione degli ugelli e riprendere la loro forma una volta al di fuori.

Prima di arrivare lo scorso anno a Harvard dall'University of Illinois, a Urbana-Champaign, la Lewis ha trascorso oltre un decennio a sviluppare le tecniche di stampa tridimensionale utilizzando ceramiche, nanoparticelle metalliche e altri materiali non biologici. Quando ha avviato il nuovo laboratorio ad Harvard e ha cominciato a lavorare con cellule e tessuti biologici per la prima volta, sperava di fare ricorso alle stesse tecniche adottate con i materiali composti di particelle sintetiche. In realtà questa idea si è rivelata approssimativa, come riconosce oggi. La stampa dei vasi sanguigni ha rappresentato un passo in avanti incoraggiante verso la produzione di tessuti artificiali in grado di replicare le complesse funzioni biologiche che svolgono negli organi. Ma lavorare con le cellule, conclude la Lewis, «è stato veramente complicato. C'è ancora molto da fare per arrivare a stampare un fegato o un rene realmente operativi, ma la strada intrapresa è quella giusta». ■

Will Knight dirige l'edizione on-line di MIT Technology Review USA.

Fotografie: Ken Richardson

Innovazione

stampanti 3D che utilizzano vasti assortimenti di materiali per creare "oggetti" come i tessuti biologici con vasi sanguigni.

Perchè è importante

La produzione di materiali biologici con particolari funzioni apre la strada allo sviluppo di organi artificiali e di parti per organismi cibernetici.

Protagonisti

- Jennifer Lewis, Harvard University
- Michael McAlpine, Princeton University
- Keith Martin, University of Cambridge

L'importanza di volare basso

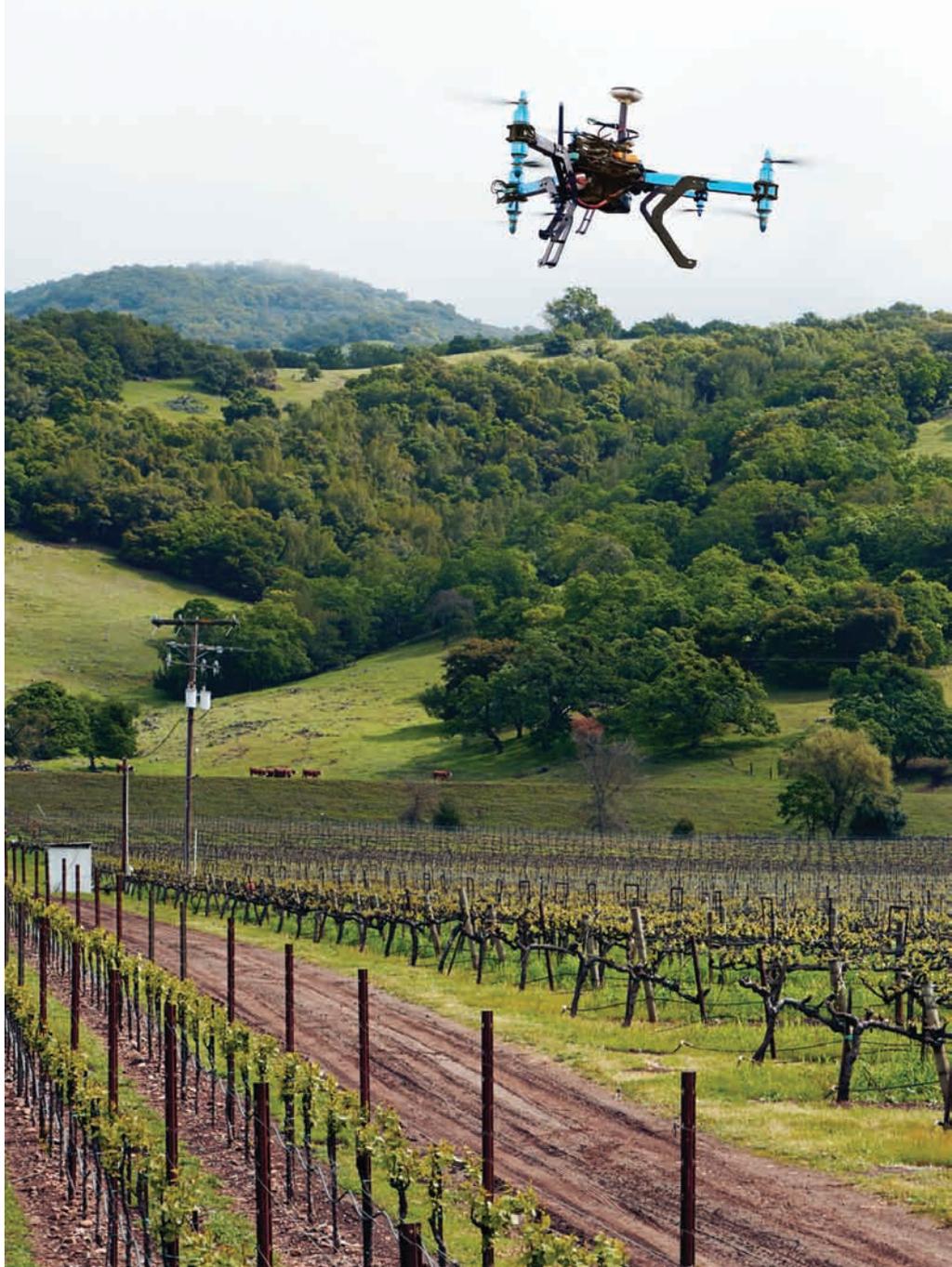
Droni a costi relativamente contenuti, dotati di sensori avanzati e tecnologie d'avanguardia per le immagini, permetteranno agli agricoltori d'incrementare i raccolti e ridurre i danni alle colture.

Chris Anderson

Ryan Kunde è un vinificatore che da oltre cinque generazioni produce vino nella Sonoma Valley, a nord di San Francisco. Ma oltre a essere un agricoltore tradizionale, Kunde è anche un esperto di droni. E non è il solo. Kunde appartiene a un'avanguardia di agricoltori che stanno utilizzando i droni, quella che una volta era una tecnologia dell'aviazione militare, per migliorare la qualità delle uve sfruttando le immagini riprese dall'alto. L'impiego dei droni si inserisce in una tendenza più generale a utilizzare i sensori e la robotica per applicare le elaborazioni informatiche alle tecniche agricole.

La parola "drone", per Kunde e il crescente numero di agricoltori come lui, significa semplicemente una piattaforma aerea per fotocamere, a basso costo; vale a dire, velivoli ad ali fisse in miniatura o, più comunemente, elicotteri quadricotteri e altri piccoli elicotteri multipale. Questi velivoli sono dotati di pilota automatico che utilizza il GPS e controlla una fotocamera compatta standard. Il software a terra può trasformare le immagini in una mappa a mosaico ad alta risoluzione. A differenza dei tradizionali velivoli radiocomandati che devono venire guidati da un pilota a terra, nel drone di Kunde il pilota automatico (prodotto dalla mia azienda, 3D Robotics) segue autonomamente tutte le fasi del volo, dal decollo all'atterraggio. Il suo software pianifica il percorso di volo, coprendo tutta l'area del vigneto, e controlla la fotocamera allo scopo di ottimizzare le immagini per le successive analisi.

Le ricognizioni a basse altezze (da qualche metro sopra il terreno a circa 120 metri, come prevede la normativa negli Stati Uniti per i velivoli senza equipaggio, che non hanno



Un drone di 3D Robotics sorvola i vigneti della azienda agricola familiare di Ryan Kunde. Fotografia: RC Rivera

bisogno di speciali autorizzazioni della Federal Aviation Administration) forniscono una opportunità che gli agricoltori non hanno quasi mai avuto. A differenza di quelle satellitari, queste immagini offrono una risoluzione più alta e sono più a basso costo. Inoltre, poiché vengono riprese al di sotto delle nuvole, si presentano nitide e si possono effettuare in qualsiasi momento. Indubbiamente, permettono di risparmiare notevolmente rispetto ai 1.000 dollari l'ora delle immagini raccolte da un velivolo con equipaggio a bordo. Gli agricoltori possono comprare i droni a meno di 1.000 dollari l'uno.

Innovazione

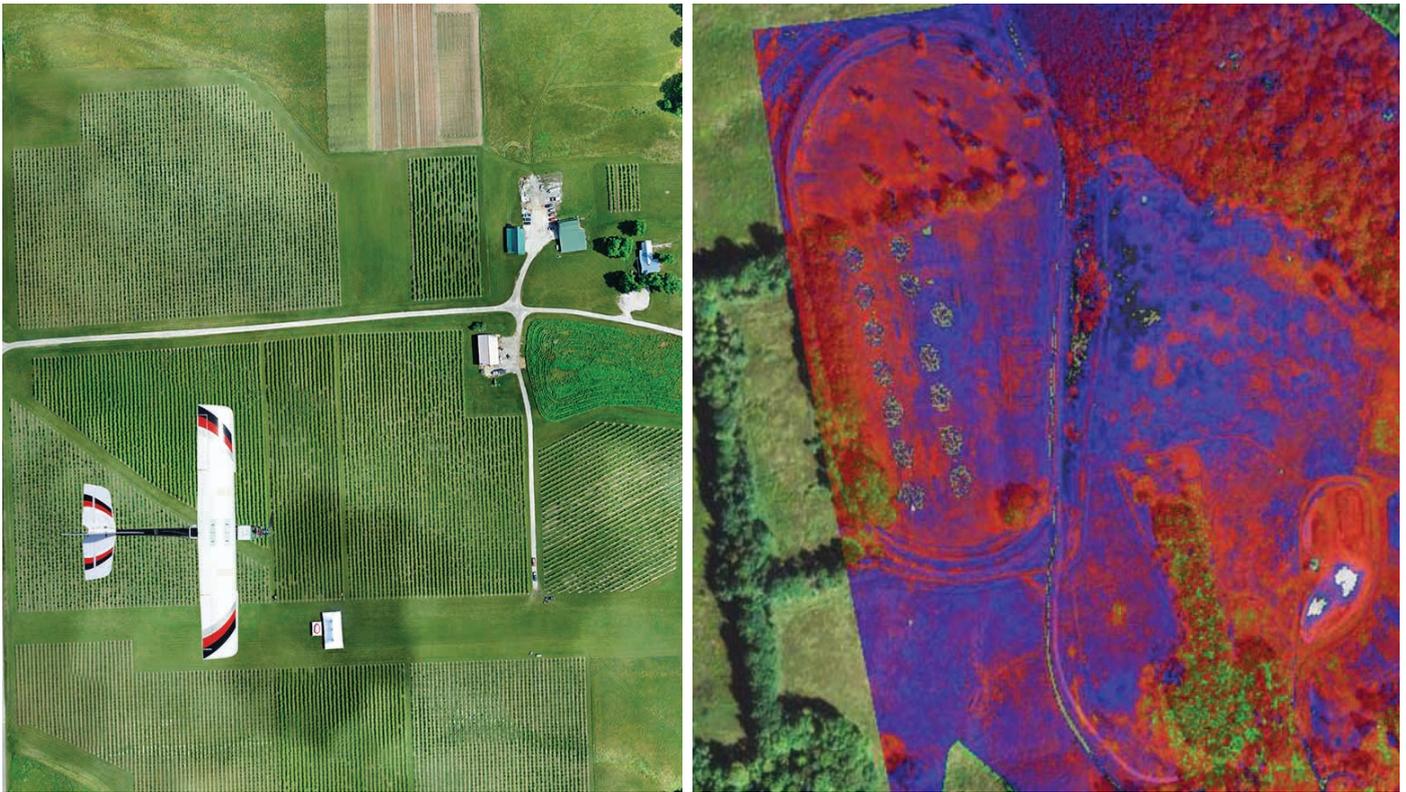
Droni per l'agricoltura di facile utilizzo e dotati di fotocamere, a un costo inferiore ai 1.000 dollari.

Perché è importante

Un monitoraggio costante dei raccolti può ridurre i consumi d'acqua e prevenire la diffusione delle piante infestanti.

Protagonisti

- 3D Robotics
- Yamaha
- PrecisionHawk



I droni di PrecisionHawk sono dotati di più sensori per riprendere immagini dei campi. L'immagine a destra mostra la vegetazione in infrarosso per mostrare i livelli di clorofilla. *Fotografie: per gentile concessione di PrecisionHawk.*

L'avvento di questi droni piccoli, economici e di facile utilizzo è dovuto in buona parte ai considerevoli progressi della tecnologia: piccoli sensori MEMS (accelerometri, bussole giroscopiche, magnetometri e spesso sensori di pressione), piccoli moduli GPS, processori di grande potenza e una gamma di radio digitali. Tutti questi componenti sono sempre più avanzati e a costi accessibili, grazie al loro utilizzo negli smartphone e alle straordinarie economie di scala dell'industria. Al cuore del drone, il pilota automatico si affida a un software specializzato creato da DIY Drones, una comunità di appassionati di droni da me creata, e non ai costosi codici dell'industria aerospaziale.

I droni possono fornire agli agricoltori tre tipi di dettagliate prospettive aeree. Nel primo caso, la visione di un raccolto dall'alto può rilevare problemi nell'irrigazione, nell'uniformità del terreno e persino parassiti e infestazioni fungine che sfuggono all'occhio umano. Nel secondo caso, le fotocamere a bordo dei velivoli possono riprendere immagini multispettrali, raccogliendo dati dall'infrarosso come dallo spettro visi-

vo, che si possono combinare per creare una rappresentazione delle colture in cui vengono evidenziate le differenze tra le piante sane e malate, normalmente non rilevabili a occhio nudo. Infine, un drone può sorvolare le colture ogni settimana, ogni giorno e persino ogni ora. Messe insieme per formare un'animazione ordinata nel tempo, queste immagini possono mostrare cambiamenti nelle colture, permettendo una gestione più accurata del territorio.

Si tratta di un passaggio importante verso un'agricoltura legata alla raccolta dei dati. Oggi, le aziende agricole sfruttano tecnologie sempre più avanzate: il risultato di anni di automazione e altre innovazioni finalizzate all'incremento costante dei raccolti con meno forza lavoro. I trattori seminano autonomamente con grande precisione e le mietitrici guidate dai GPS falciano i raccolti con altrettanta accuratezza. Estese reti wireless trasmettono dati sull'idratazione del terreno e sulle condizioni ambientali a server remoti per il monitoraggio delle diverse situazioni.

Ma cosa accadrebbe se aggiungessimo a queste tecnologie la possibilità di tenere sotto

controllo lo stato d'irrigazione del terreno e la presenza di piante infestanti, per avere un quadro costante dello stato complessivo dell'azienda agricola? Le ricadute positive sarebbero incalcolabili. Nel 2050, si prevede che la popolazione terrestre arriverà a 9,6 miliardi di abitanti. Tutti dovranno ricevere un adeguato nutrimento. L'agricoltura è un sistema di input-output: se si riducono gli input – l'acqua e i pesticidi – e si mantengono inalterati gli stessi output, la sfida è vinta.

I droni per l'agricoltura sono uno strumento come tanti altri e si sta finalmente cominciando a prendere sul serio un loro impiego su larga scala. Ryan Kunde vuole consumare meno acqua, utilizzare meno pesticidi e produrre vino di qualità migliore. La disponibilità sempre maggiore di dati può ridurre il consumo d'acqua e la presenza di sostanze chimiche nel nostro ambiente e nei nostri cibi. Da questo punto di vista, quella che è nata come una tecnologia militare è diventata oggi una tecnologia verde. ■

Chris Anderson, già direttore di "Wired", è uno dei fondatori e CEO di 3D Robotics e fondatore di DIY Drones.

Oculus Rift

A trent'anni dal debutto dei primi occhiali per la realtà virtuale e dei mondi virtuali "immersivi", la tecnologia sembra finalmente pronta a diffondersi nel mondo.

Simon Parkin

Palmer Luckey non era ancora nato quando *Il tagliaerbe* uscì nel 1992, ma il film, con la sua visione di una immersione sensoriale generata al computer, avrebbe contribuito ad alimentare il suo interesse per la realtà virtuale. Sognava di giocare videogiochi in mondi virtuali tridimensionali: un sogno che lo avrebbe portato ad accumulare una delle più grandi collezioni di dispositivi 3D al mondo, per poi convincerlo, un giorno, a provare a costruirne uno per conto suo. Così, all'età di 16 anni e senza alcuna formazione tecnica, Luckey ha sviluppato all'interno del suo garage il suo primo prototipo funzionante.

Oggi, il ventunenne è il fondatore di Oculus VR, una società che è sul punto di rilasciare il Rift, un visore per la realtà virtuale, con cui è possibile giocare a videogiochi "ultra-immersivi". Questa primavera, Facebook ha acquistato la società per 2 miliardi di dollari.

La Oculus VR aveva già attirato più di 91 milioni di dollari in capitale finanziario, un'attenzione pressoché fanatica e l'inserimento nel gruppo di specialisti come il programmatore di videogiochi John Carmack che a suo tempo ha portato allo sviluppo di videogiochi famosi quali Doom, Quake e Rage. L'accordo con Facebook, però, costituisce un segno di fiducia in una tecnologia che pare oggi sufficientemente sofisticata ed economica da avere enormi potenziali anche oltre il mondo dei videogiochi.

L'idea di unire la realtà virtuale "immersiva" alle comunicazioni sociali è intrigante. Potrebbe rivelarsi anche uno strumento adatto per le teleconferenze, lo shopping on-line, o altre forme più passive di intrattenimento. Alcuni registi, di fatto, stanno già girando dei film appositamente per il Rift.

I visori per la realtà virtuale potevano venire reperiti in alcune sale giochi quando *Il tagliaerbe* veniva proiettato nei cinema. La tecnologia, però, non era ancora abbastanza buona da suscitare un interesse diffuso. Ora,

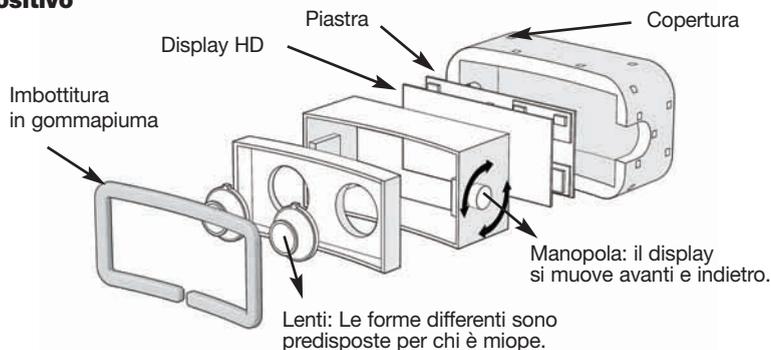


Una versione del visore Oculus Rift messo a disposizione degli sviluppatori lo scorso anno.
Modello: JJ Banicki.

Uno sguardo dall'interno

Il primo visore commerciale di RV di Oculus Rift è stato costruito in modo artigianale, solo con poche componenti elettroniche standard e semplici lenti.

Il dispositivo

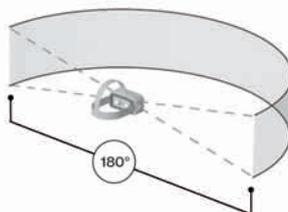


Il sistema di visione

Il software suddivide la "scena" in due immagini distorte, poste l'una accanto all'altra.



Guardando attraverso le lenti del visore, chi osserva vede un panorama 3D a 180 gradi (a destra).



Grafici: John Macneill / Fonti: Oculus Rift, IFIXIT.com

Luckey si è reso conto che alcune componenti economiche all'interno degli smartphone potevano venire abbinate per creare effetti sbalorditivi, rendering luminosi e mondi più nitidi e coinvolgenti di quelli consentiti dai primi modelli di caschi per la realtà virtuale.

Usando il visore Rift, l'impressione è quella di trovarsi all'interno di uno di questi

mondi. La tecnologia segue in tempo reale il movimento del capo, ci si può sporgere per osservare meglio un fiore virtuale o guardare in alto per vedere una nuvola virtuale e la mente viene ingannata dalla simulazione. Si può quasi credere di essere interamente lì.

Il folto gruppo di appassionati di videogiochi sembra in trepidante attesa di mettere le mani su questo dispositivo. Nell'agosto del 2012, la Oculus VR si è fatta avanti per raccogliere 250mila dollari su Kickstarter e ha raggiunto il traguardo nel giro di poche ore, sorpassando il milione di dollari nel giro di due giorni.

Luckey ha cominciato a spedire una versione del Rift agli sviluppatori di software nel marzo del 2013 per appena 300 dollari, e nello scorso anno l'hardware è stato migliorato significativamente. La versione commerciale, che dovrebbe entrare sul mercato intorno alla fine di quest'anno o all'inizio dell'anno prossimo, offrirà una risoluzione superiore ai 1.920 per 1.080 pixel per occhio. Una definizione tanto nitida e a un prezzo così basso è diventata possibile solo di recente.

Anche se i videogiochi saranno probabilmente il punto di partenza per questa tecnologia, nuove applicazioni potrebbero nascere

nella telepresenza, nell'architettura, nel design al computer, nella formazione e nelle terapie per le fobie.

Di certo, in alcune nicchie, la precedente tecnologia per la realtà virtuale è in uso da anni. Alcuni chirurghi eseguono interventi utilizzando simulazioni virtuali, mentre alcuni designer industriali utilizzano la tecnologia per visualizzare i propri progetti come se li avessero già realizzati. Trent'anni fa, però, quando Jaron Lanier fondò la VPL Research, la prima società a vendere occhiali per la realtà virtuale, questo genere di prodotti era troppo caro per una clientela di massa (un display singolo poteva arrivare a costare 100mila dollari).

Vi erano anche altri motivi per cui le prime versioni della realtà virtuale non riuscivano a riscuotere successo commerciale. I giocatori del Virtual Boy della Nintendo, un sistema di gioco basato su realtà virtuale di bassa qualità, che fu introdotto alla metà degli anni Novanta, lamentavano attacchi di nausea dopo avere giocato. Per altri giocatori, invece, la meraviglia e la sensazione di essere in un mondo virtuale svanivano rapidamente. «La prima volta nella realtà virtuale è incredibile», dice Lanier, «ma la ventesima volta ci si può stancare».

Le cose, ora, potrebbero andare diversamente. Nonostante alcuni collaudatori abbiano provato la nausea usando l'Oculus Rift, la società sostiene che la sua ultima versione ha pressoché eliminato il problema. Inoltre, gli odierni scenari virtuali vantano molte più caratteristiche accattivanti. Gli artisti sono stati in grado di creare una gamma di mondi più stimolanti, da quelli più realistici a quelli più astratti e pittoreschi.

Oculus ha già ispirato alcuni imitatori. Ammettendo di avere preso spunto dal Rift, Sony ha presentato un casco per la realtà virtuale che i giocatori potranno utilizzare con la PlayStation 4. Sony sta anche lavorando con la NASA per creare una simulazione di Marte utilizzando le immagini raccolte dal Mars Rover. Un'applicazione più mondana, ma potenzialmente utile, che Sony sta contemplando permetterebbe ai viaggiatori di visitare stanze di alberghi virtuali prima di visitare la meta reale. Ammesso che vogliono togliersi i visori. ■

Simon Parkin, esperto di giochi elettronici, collabora con varie importanti testate statunitensi.

Innovazione

Hardware di realtà virtuale ad alte prestazioni, a basso costo per il mercato dei consumatori.

Perché è importante

Le interfacce immersive per l'esplorazione visiva a 360 gradi aprono la strada a nuove forme di intrattenimento e comunicazione.

Protagonisti

- Oculus VR
- Sony
- Vuzix
- Nvidia

A difesa del telefono

I nuovi modelli, che privilegiano la sicurezza e la difesa della privacy, sono in linea con le preoccupazioni scaturite dalle denunce di Snowden.

David Talbot

Il 21 gennaio un messaggio è apparso sui telefoni dei manifestanti che riempivano Independence Square a Kiev. Il presidente ucraino, Victor Yanukovich, era ancora al potere e si comportava in modo brutale nei confronti degli oppositori. Il messaggio – registrato al numero 111 – così suonava: «Gentile utente, risulta che lei stia partecipando a moti di piazza». Presumibilmente inviato dai servizi di sicurezza di Yanukovich a tutti i telefoni localizzati nell'area della protesta, il messaggio rappresenta un esempio lampante di come i cellulari possano costituire uno strumento di controllo.

Poco dopo, un uomo di nazionalità ucraina si è recato in un anonimo ufficio a National Harbor, in Maryland, e ha avanzato una richiesta di aiuto al crittologo Phil Zimmermann. La sua azienda, Silent Circle, codifica chiamate vocali, messaggi testuali e qualsiasi file allegato. Se si usufruisce dei servizi aziendali, le telefonate agli altri utenti vengono smistate attraverso i suoi server e decifrate sul telefono di chi riceve. Silent Circle impedisce a chi cerca di intercettare la comunicazione di conoscere il numero dell'utente che si sta chiamando o al quale è destinato il messaggio. Rapidamente, i codici d'accesso a Silent Circle hanno iniziato a diffondersi tra gli organizzatori della protesta nel cuore di Kiev. «In queste situazioni la tecnologia crittografica deve dare il suo meglio», dice Zimmermann, con evidente soddisfazione.

Lo scorso anno, si è visto chiaramente che Kiev non è l'unico luogo in cui è necessario affidarsi ai servizi di Zimmermann. I documenti resi pubblici da Edward Snowden, l'ex impiegato dell'Intelligence USA, indicano che la National Security Agency raccoglie una lunga serie di informazioni dalle piattaforme di cloud compu-

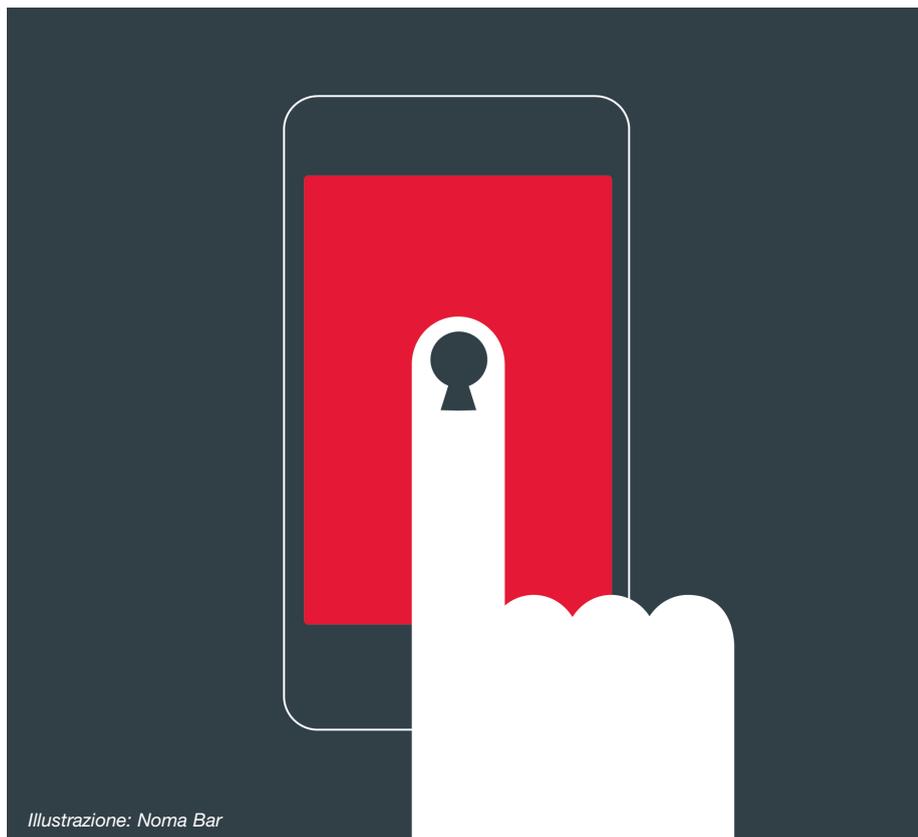


Illustrazione: Noma Bar

ting e dai gestori di telefonia mobile, tra cui i numeri delle normali telefonate e quante volte si è chiamato. Non solo il governo potrebbe “spiare” le attività dei cittadini, ma anche i siti Web, i pubblicitari e i commercianti interessati a conoscere gli spostamenti dei consumatori tra un negozio e l'altro. Gli attuali smartphone e le loro applicazioni sono predisposti per raccogliere e diffondere grandi quantità di dati relativi agli utenti, come la locazione, i percorsi di navigazione in rete, i termini di ricerca e le liste di contatti.

Per l'estate Zimmermann prevede di presentare un nuovo strumento per la difesa della privacy: uno smartphone di massima sicurezza, chiamato Blackphone. In fase di produzione da parte di una joint venture che include Silent Circle, lo smartphone utilizza le tecniche crittografiche di Zimmermann e offre altri tipi di protezioni. Inoltre, adotta una versione speciale del sistema operativo Android – Private OS – che interviene direttamente sui punti deboli degli smartphone, impedendo la divulgazione di informazioni sulle attività dell'utente. Finora il problema della sicurezza dei telefoni è stato sempre in mano ai militari e

ai leader governativi. Il Blackphone potrebbe diventare il simbolo di un passaggio a un mercato di massa dominato da telefoni più sicuri e più rispettosi della privacy.

Blackphone, in vendita al prezzo di 629 dollari, compreso l'abbonamento ai servizi per la difesa della privacy, è uno dei numerosi tentativi che gli esperti di tecnologie

Innovazione

Telefoni mobili per il mercato dei consumatori che trasmettono una minima parte di informazioni personali.

Perchè è importante

I governi e chi vende pubblicità raccolgono dati personali dettagliati dai telefoni cellulari.

Protagonisti

- Blackphone
- Cryptophone
- Whisper Systems

stanno portando avanti in risposta alle rivelazioni di Snowden. Uno di questi prevede la cifratura generalizzata del normale traffico Web. Stephen Farrell, uno scienziato informatico del Trinity College di Dublino, responsabile di questo progetto per un ente internazionale chiamato Internet Engineering Task Force, sostiene che un telefono in grado di criptare le comunicazioni e impedire la perdita di dati rappresenterebbe un passaggio cruciale di questa strategia: «Personalmente, vorrei avere un telefono che mi garantisca una migliore difesa della mia privacy».

Un pioniere della crittografia

Cresciuto in Florida, Phil Zimmermann è sempre stato una persona intraprendente. Già da giovanissimo annovera esperienze a Disney World e al Miami Seaquarium. Zimmermann ha studiato informatica alla Florida Atlantic University e ha cominciato a interessarsi alla crittografia negli anni Settanta, quando apparirono i primi articoli su una tecnologia chiamata cifratura a chiave pubblica. La crittografia tradizionale richiedeva che i soggetti coinvolti nella conversazione criptata possedessero lo stesso strumento di decodificazione (o chiave). La nuova tecnica era fondamentalmente differente e prevedeva due chiavi collegate matematicamente, una privata, l'altra pubblica. In breve, applicazioni come le firme digitali divennero realtà. Si poteva utilizzare una chiave privata per "firmare" un documento e chiunque detenesse la chiave pubblica era in grado di verificare chi fosse realmente l'autore.

L'interesse di Zimmermann per la crittografia si accompagnò a un forte impegno sociale. Negli anni Ottanta, di giorno lavorava come ingegnere informatico, di notte diventava un pacifista; il suo impegno nella lotta contro le armi nucleari lo portò all'arresto davanti a un sito per i test nucleari, in Nevada (In carcere, dice di avere incontrato l'attore Martin Sheen e il celebre scienziato Carl Sagan). Zimmermann ha considerato il periodo della presidenza di Reagan una costante minaccia per la pace e per i diritti umani. Dopo poco tempo, comunque, i suoi interessi lavorativi e sociali trovarono un punto di contatto: «Volevo produrre del software crittografico per proteggere i movimenti di base, i gruppi che lottavano per i diritti civili, il popolo di El Salvador».

Alla fine, Zimmermann creò qualcosa di nuovo per applicazioni come l'e-mail. Conosciuto con la sigla PGP (Pretty Good Privacy), è un pacchetto software basato sulla crittografia a chiave pubblica, con qualche nuovo accorgimento, che utilizza algoritmi più veloci e lega componenti come gli username e gli indirizzi e-mail alle chiavi pubbliche. PGP divenne rapidamente il sistema più popolare per criptare l'e-mail. Zimmermann partecipò anche in prima linea alle cosiddette "guerre crittografiche" degli anni Novanta. In quel periodo, il governo statunitense era preoccupato dal trasferimento verso altri paesi delle tecnologie di cifratura e dalle difficoltà che, in questo scenario, ne sarebbero derivate per "spiare" altri paesi. Così, nel 1991, quando Zimmermann pubblicò il suo codice su Internet, il Dipartimento di Giustizia aprì una indagine penale, che fu chiusa solo nel 1996. Allora, la paura che i governi stranieri potessero utilizzare la crittografia per nascondere le loro attività agli occhi statunitensi venne oscurata dal grande potenziale di sviluppo commerciale che la tecnologia apriva alle aziende americane nella globalizzazione che si andava affermando dopo la Guerra Fredda. Le aziende aprirono uffici e stabilimenti in mercati che offrivano manodopera a basso costo e che «tendenzialmente si trovavano in paesi ad alto tasso di intercettazioni e basso tasso di diritti umani», ricorda Zimmermann. Queste aziende si trovavano ora a fronteggiare le stesse minacce contro cui avevano combattuto in precedenza gli attivisti per i diritti umani. Per venire incontro a queste richieste di aiuto, Zimmermann cominciò a vendere software crittografico con una sua startup, la PGP.

Ma il suo vero interesse era di livello superiore, vale a dire garantire comunicazioni telefoniche sicure. In realtà, fino a poco tempo prima la trasmissione vocale non si presentava sotto forma digitale, che è il requisito fondamentale per intervenire con le tecnologie crittografiche. Negli anni Novanta, Zimmermann aveva costruito un prototipo, che prevedeva però l'utilizzo di modem collegati ai PC. «Quel prodotto non ha mai avuto successo», precisa. Oggi, le aziende e gli operatori telefonici criptano le telefonate, ma conservano le chiavi crittografiche nei loro server, e «le aziende telefoniche hanno sempre collaborato con chi



Il software di Phil Zimmermann per la difesa della privacy è l'elemento chiave del Blackphone. «Come ha detto Steve Jobs, se si fa del buon software, si fa anche un buon computer», afferma Zimmermann.
Fotografia: Joseph Victor Stefanichik

compie intercettazioni», continua il creatore di PGP. I protocolli di Zimmermann, invece, prevedono che le chiavi siano custodite solo ai due estremi della comunicazione, impedendo agli operatori telefonici e ai loro server di decrittare il contenuto della telefonata.

Adesso, quasi tutta la telefonia è digitale, che si tratti di Skype o cellulari o rete fissa. Pertanto, quando un'ex appartenente ai reparti d'élite della Marina statunitense, Mike Janke, contattò Zimmermann nel 2011 proponendogli la creazione di un servizio per aiutare i militari americani a telefonare a casa in modo sicuro, la risposta fu positiva. Insieme a Jon Callas, creatore della crittografia del disco intero di Apple, i due hanno fondato Silent Circle. L'azienda all'inizio offriva anche un servizio di e-mail, chiamato Silent Mail. Ma molti utenti hanno scelto di archiviare le chiavi con Silent Mail, lasciando l'azienda esposta alla

richiesta di dati da parte della NSA. I fondatori hanno quindi deciso di chiudere Silent Mail e di riconfigurarla per conservare le chiavi in modo differente.

Nessuna traccia digitale

Silent Circle aveva un pezzo mancante: l'hardware. «Nel corso degli anni, quando le persone mi chiedevano: "Ma il suo software crittografico è sufficientemente sicuro?", io rispondevo: "Sul software siamo abbastanza tranquilli, ma il suo computer potrebbe essere controllato da un hacker, e allora tutto sarebbe inutile", racconta Zimmermann. «Con Blackphone stiamo cercando di dare una risposta risolutiva a questa domanda».

Blackphone è un patchwork di tecnologie. Silent Circle fornisce la voce criptata e i servizi testuali; l'apparecchio è stato prodotto da Geeksphone, un'azienda spagnola specializzata in telefoni con sistemi operativi open source. Le due aziende insieme hanno dato vita a PrivatOS, che permette un controllo più avanzato sui dati che l'applicazione può vedere, cripta i dati archiviati sul telefono e consente di scaricare gli aggiornamenti wireless per la sicurezza direttamente dal Blackphone, senza che si debba passare per qualche operatore telefonico. Inoltre hanno collaborato con altre aziende che forniscono servizi per la privacy e la sicurezza; uno di questi, per esempio, impedisce di venire a conoscenza dei siti Web visitati dell'utente e dei percorsi di ricerca.

A febbraio, disponevano già di un carrier disposto a vendere il telefono (anche se qualsiasi acquirente può utilizzarlo mettendo al suo interno una semplice SIM card): KPN, un'azienda di telecomunicazioni olandese, che è attiva anche in Germania e Belgio. Nel frattempo hanno però continuato a tenere contatti con altri operatori telefonici. «Si tratta di un apparecchio diverso da tutti gli altri, che nessuno aveva ancora avuto il coraggio di produrre», ha detto Javier Agüera, il 22enne fondatore di Geeksphone: almeno nessuno che avesse in mente un utente medio.

Verso la fine di febbraio, Zimmermann e il suo gruppo erano seduti a mangiare tapas in un ristorante di Barcellona. Era la vigilia della presentazione del Blackphone al Mobile World Congress, la più importante fiera al mondo sulla telefonia mobile. Le prime versioni del Blackphone erano nelle

loro tasche. Quando mi unii al gruppo e iniziai a parlare con loro del nuovo telefono, mi resi conto della mia "ingenuità" digitale. Tenevo tra le mani il mio nuovo modello di iPhone 5S e davanti a me scorreva la lista delle reti Wi-Fi disponibili: Barcelona Wi-Fi, Cbarc 1, Spyder e numerose altre. La loro affidabilità mi era del tutto sconosciuta, ma non pensavo fosse importante. In ogni caso, non mi stavo collegando con nessuna di loro. Ma durante l'incontro venne fuori che il processo automatico di ricerca del segnale da parte del mio telefono implicava la notifica a questi router del numero ID del mio cellulare. Questo meccanismo viene già sfruttato dai commercianti, che utilizzano le ricerche di rete Wi-Fi per monitorare le abitudini dei clienti. Poiché l'informazione che arriva dalle applicazioni viene messa insieme a quella del browser Web, dei siti commerciali e di altre fonti, decine di aziende possono accumulare dati su di me a partire dal mio numero ID.

Mike Kershaw, responsabile del progetto Blackphone, si avvicinò alla mia sedia e mi spiegò, visibilmente soddisfatto, come era riuscito a creare un telefono in grado di aggirare questi rischi. Il software di Kershaw programma il telefono in modo che non cerchi i segnali Wi-Fi finché non si trova in una zona geografica predeterminata, come l'abitazione o l'ufficio dell'utente. Quindi, a quel tavolo dove stavamo mangiando tapas, io ero l'unico che stava lasciando dietro di sé delle "briciole" digitali. Gli altri erano dotati di strumenti per impedire che venissero raccolti dati sulle loro identità; io no. Loro controllavano le applicazioni del telefono; io no.

La mattina successiva, circa 200 giornalisti ed esperti del settore affollavano i corridoi del Mobile World Congress per la presentazione del Blackphone. «Non siamo un'azienda telefonica che ha migliorato la privacy del suo prodotto, ma un'azienda impegnata nella difesa della privacy che vende un telefono», disse Zimmermann. Ma appariva già abbastanza chiaro che si stava parlando di una sorta di antiphone, che si muoveva in controtendenza rispetto all'industria degli smartphone. Qualche ora più tardi, Zimmermann fece un giro nell'enorme stand di Samsung, disseminato di telefoni Galaxy 5, con sistemi Android configurati come piace a Google: per raccogliere dati. «Un allestimento coi fiocchi», disse impassibile Zimmermann.

Ma non a prova di NSA

I maggiori esperti di sicurezza si riservano il giudizio sul Blackphone fino a quando non potranno effettuare dei test sul telefono. Si pensa che ciò avverrà per gli inizi dell'estate. Ma il sistema di criptazione utilizzato da Silent Circle – e l'attenzione quasi maniacale dei suoi creatori – è largamente apprezzato. «Mi piacciono molto le soluzioni adottate da Silent Circle», dice Bruce Schneier, un crittologo che si occupa della sicurezza delle tecnologie di comunicazione, con l'intento di allargare i campi di intervento della crittologia.

La stessa azienda ammette che il telefono, anche se in grado di fronteggiare le minacce degli hacker e le incursioni dei "procacciatori" di dati, non è inattaccabile da parte della NSA e potrebbe avere un suo tallone d'Achille: le applicazioni che inevitabilmente i suoi utenti dovranno scaricare. Xuxian Jiang, uno scienziato informatico della North Carolina State University, esperto di sicurezza dei sistemi Android, spiega che in genere è questa debolezza che rende gli apparecchi più vulnerabili. Anche Blackphone non protegge direttamente l'e-mail. Se la posta elettronica utilizza una tecnologia di cifratura come PGP è perché l'ha adottata il provider di e-mail. Comunque, dice Jiang del nuovo telefono, «si tratta di un considerevole passo avanti nella difesa della privacy».

La concorrenza nel settore è molto limitata. Un'azienda di Twitter, Whisper Systems, ha prodotto un sistema di criptazione per telefonate con Android. In ogni caso, il Blackphone sta già avendo un discreto successo. A marzo, dice Zimmermann, centinaia di migliaia di telefoni erano stati ordinati. L'azienda prevede di vendere milioni di telefoni nei primi due anni. Per molti aspetti, le rivelazioni sulla NSA, la crescente consapevolezza del livello di controllo esercitato sui consumatori a fini commerciali e conflitti come quello ucraino rappresentano la migliore pubblicità possibile per il Blackphone.

«All'inizio sembrava una battaglia impossibile quella di convincere gli utenti della necessità di questa tecnologia», conclude Zimmermann. «Ora non più». ■

David Talbot è inviato di MIT Technology Review USA per informatica e comunicazione.

L'ecosistema degli smartphone

Il software di lavoro per apparecchi mobili favorisce la comunicazione collaborativa tra utenti, differenziandosi sempre più da quello del normale lavoro d'ufficio svolto dai desktop.

Ted Greenwald

Un pomeriggio dello scorso autunno, David Levine ha preso la metropolitana dal suo ufficio a Manhattan per andare a una riunione di lavoro al Rockefeller Center. Il 35enne responsabile della tecnologia telematica di Artinvest, un'azienda di servizi finanziari, stava "lavorando" a un post per un blog con alcuni colleghi e dei freelancers a Boston e a Creta. Levine utilizzava una nuova applicazione chiamata Quip per digitare il post sul suo iPhone, ma la sua connessione wireless andava e veniva durante i passaggi nei tunnel del treno. Nonostante queste difficoltà, Quip ha permesso al gruppo di fare cambiamenti, aggiungere commenti, chattare con messaggi testuali, adottando la veste grafica del feed informativo di Facebook. Ogni volta che la connessione si ristabiliva, l'applicazione sincronizzava il suo contributo con quello degli altri, permettendo a tutto il gruppo di lavorare alla stessa versione.

Se avessero utilizzato un normale programma di elaborazione testuale, ci sarebbe stata una lunga trafila di messaggi e-mail e allegati. Invece, «il tempo di uscire dalla metropolitana e il post era scritto», racconta Levine, «e quando sono uscito dalla riunione era già stato pubblicato sul sito Web».

C'è voluto molto tempo prima che il software di lavoro personale tenesse conto del fatto che sempre più utenti si servono di tablet e telefoni. Oggi le nuove applicazioni stanno rendendo più semplice la creazione e l'editing di documenti mentre ci si sposta da un luogo a un altro. Nel frattempo, servizi per l'archiviazione di file basati sul cloud, tra cui Box, Dropbox, Google Drive e OneDrive di Microsoft – che hanno visto una caduta dei prezzi e un'impennata dell'utenza – aiutano a mantenere aggiornati i risultati della collabo-

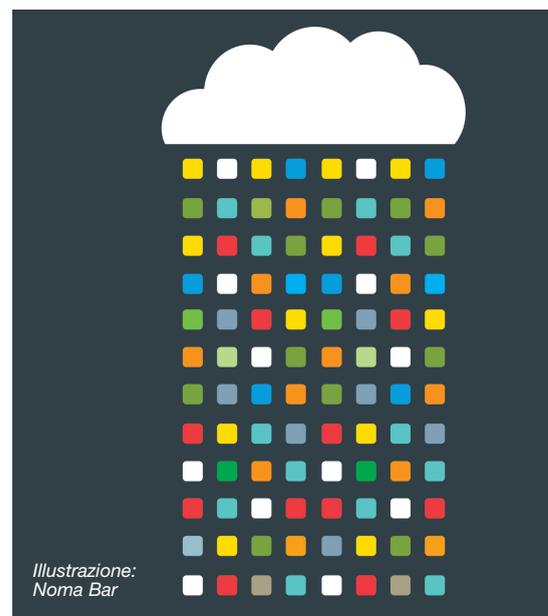
razione tra più utenti che mettono le mani contemporaneamente a uno stesso file. Alcuni servizi cloud lo fanno separando quelli che agli utenti sembrano singoli file in entità – paragrafi, parole, persino semplici caratteri – suddivise in database facilmente manipolabili. Con questa tecnica, possono seguire i diversi percorsi individuali e raggruppare i cambiamenti proposti da diversi utenti in differenti momenti.

Ma i nuovi servizi per favorire la collaborazione tra utenti su apparecchi mobili non si affidano al software che ha fatto le fortune dei desktop. La loro attenzione è rivolta principalmente a una componente del lavoro di gruppo che viene ritenuta meno importante quando chi lavora condivide lo stesso ufficio: la comunicazione come volano della collaborazione. Un tipo di scambio verbale che può restare coerente dal punto di vista del contenuto, mantenendo il gruppo unito sull'obiettivo, tenendo al corrente chi arriva dopo di quanto è successo, promuovendo nuove idee.

Nel tradizionale software di trattamento testuale, buona parte della conversazione rimane relegata nelle "note", nei commenti o nelle e-mail. Ma le nuove applicazioni per l'editing di documenti registrano il flusso di collaborazione comunicativa, conferendole uno spazio equivalente al prodotto finale del processo. Box Notes, il servizio per la stesura collaborativa di documenti di Box, presenta icone di avatar lungo il margine sinistro per mostrare chi ha contribuito e in che forma; CloudOn permette di editare e condividere documenti Microsoft Office in mobilità con altri utenti autorizzati, i quali possono introdurvi delle note personali; Quip consente di creare e salvare i documenti, organizzandoli in cartelle, e soprattutto permette ad altri utenti di intervenire sui testi apportando modifiche.

«È come se ci si alzasse dalla propria scrivania e ci si avvicinasse a un collega per dire: "Leggi e dimmi cosa ne pensi"», sottolinea Bret Taylor, fondatore e CEO di Quip, che in passato era stato CTO a Facebook. «Si tratta di un'esperienza che coinvolge personalmente, come non succedeva dai tempi delle e-mail».

Registrando il flusso di messaggi sul *work in progress*, queste applicazioni evidenziano la brevità, la rapidità e l'informalità delle comunicazioni. «I più giovani si affidano alla messaggeria istantanea e utilizzano le e-mail solo per le comunicazioni più formali», spiega Taylor.



Per Levine, che è famoso per la sua abitudine di scrivere un post per blog ogni mattina prima di alzarsi, questa modalità di lavoro in movimento è più allineata al suo stile di vita e gli permette di dare il meglio di sé. «Posso fare quello che voglio senza interrompere il mio flusso creativo», conclude Levine. Anche quando si trova nei tunnel della metropolitana. ■

Ted Greenwald è collaboratore di MIT Technology Review USA per informatica e comunicazione.

Innovazione

Un tipo di servizi che rendono vantaggiosa la creazione e l'editing di documenti su apparecchiature mobili.

Perché è importante

Buona parte del lavoro d'ufficio viene oggi svolta all'esterno.

Protagonisti

- Quip
- Quickoffice
- Box
- Dropbox
- Microsoft
- Google
- CloudOn

I chip neuromorfici

Questi microprocessori che, a differenza di quelli tradizionali, imitano il funzionamento del cervello, potrebbero implementare la capacità dei computer di comprendere la realtà circostante.

Robert D. Hof

Su un tappeto, un robot Pioneer, delle dimensioni di un carlino, si avvicina lentamente a un modellino di Capitan America. La loro sfida avviene all'interno di una improvvisata camera da letto di un bambino, che Qualcomm, il produttore di chip wireless, ha allestito in una roulotte. Il robot si ferma un attimo, come se stesse valutando il da farsi, poi blocca il modellino con una lastra simile a quella di uno spazzaneve, lo rigira e lo spinge verso tre contenitori di giocattoli. Ilwoo Chang, ingegnere senior di Qualcomm, indica con le braccia dove dovrebbe venire depositato il giocattolo. Pioneer registra il gesto con la sua telecamera e diligentemente si appresta a eseguire il "comando". Si rigira, vede un altro modellino, quello di Spider-Man. Questa volta procede senza indugi verso il giocattolo, ignorando una scacchiera nei pressi, e lo mette nello stesso contenitore senza altre indicazioni della guida umana.

La dimostrazione, avvenuta nella sede centrale di Qualcomm, a San Diego, può sembrare di non grande significato, ma permette di volgere uno sguardo a quello che sarà il futuro sviluppo dei computer. Il robot sta svolgendo compiti che hanno sempre richiesto l'utilizzo di computer appositamente programmati, con alti consumi di elettricità.

Alimentato da un unico chip per smartphone con software dedicato, Pioneer è in grado di riconoscere oggetti mai visti prima, mettendoli in relazione con le caratteristiche di oggetti simili, e di muoversi in una stanza per depositarli nel luogo giusto, senza un lungo lavoro di programmazione alle spalle, ma indicando

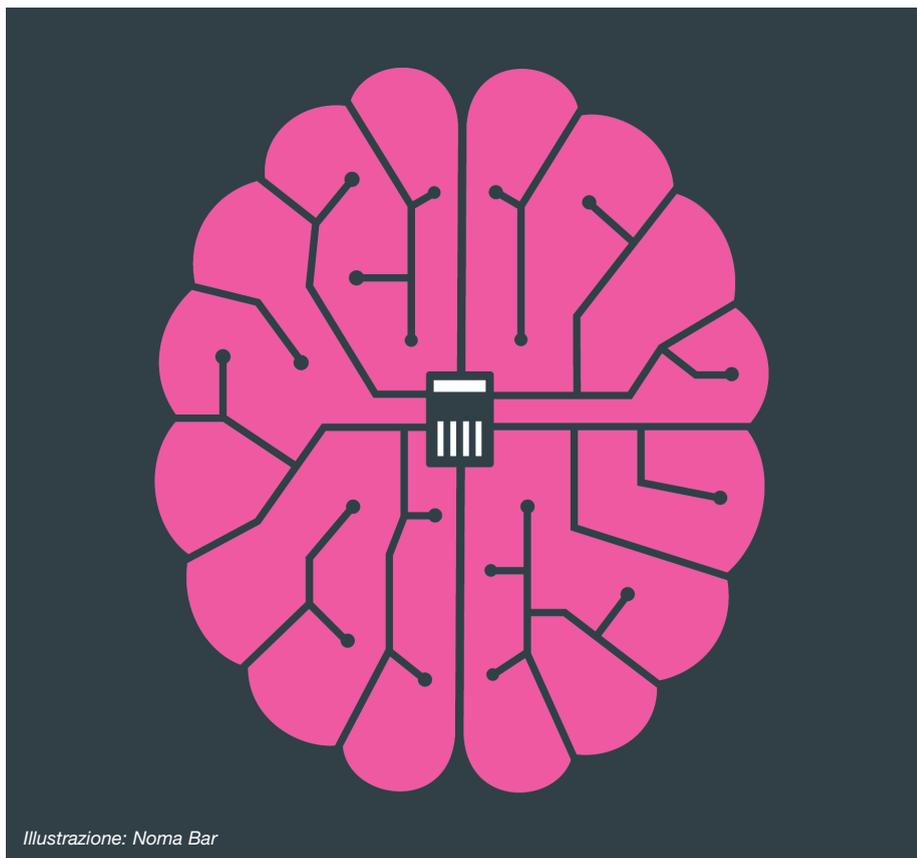


Illustrazione: Noma Bar

una sola volta al robot cosa deve fare. Pioneer può svolgere questi compiti perché simula, anche se in maniera molto limitata, il modo di funzionare del cervello.

Alla fine dell'anno, Qualcomm comincerà a spiegare come la tecnologia possa venire inserita nei chip al silicio che alimentano i diversi tipi di apparecchi elettronici. Questi chip "neuromorfici" – così definiti perché sono modellati sui cervelli biologici – saranno destinati a elaborare dati sensoriali quali immagini e suoni, oltre a rispondere ai cambiamenti delle situazioni anche senza che siano stati programmati a farlo. Il loro avvento promette di accelerare decenni di progressi discontinui dell'intelligenza artificiale e di aprire la strada a macchine in grado di comprendere gli esseri umani e di interagire con loro.

Le apparecchiature e i sensori medici potrebbero monitorare le attività vitali delle persone e somministrare le terapie con i tempi giusti, o persino riuscire ad anticipare l'insorgenza di un problema.

Gli smartphone potrebbero comprendere in anticipo quello che vogliamo, per esempio fornendoci delle informazioni su

qualcuno che ci apprestiamo a incontrare o lanciandoci un avvertimento su un imminente incontro di lavoro.

L'automobile che si guida sola di Google potrebbe fare a meno dell'aiuto del conducente e molti Roomba non si bloccherebbe più sotto i divani delle nostre case. «Stiamo

Innovazione

Un progetto innovativo di chip per computer che farà progredire il settore dell'IA.

Perché è importante

Le prestazioni dei chip tradizionali stanno raggiungendo i loro limiti.

Protagonisti

- Qualcomm
- IBM
- HRL Laboratories
- Human Brain Project

Potenza di elaborazione

	Cosa fanno bene	A cosa servono
Chip neuromorfici	Rilevano e predicono schemi in dati complessi, con un basso consumo di elettricità	Applicazioni ricche di dati visivi e uditivi, che richiedono una macchina per regolare il comportamento nell'interazione con il mondo
Chip tradizionali (architettura di von Neumann)	Effettuano calcoli con grande affidabilità	Qualsiasi problema possa venire ridotto a un calcolo numerico, anche se problemi più complessi richiedono sostanziali incrementi di potenza

abbattendo i confini tra i sistemi biologici e quelli al silicio», sostiene Matthew Grob, CTO di Qualcomm.

I chip di Qualcomm non saranno disponibili fino all'inizio del prossimo anno. L'azienda sfrutterà il 2014 per sperimentare la tecnologia. Ma se i risultati saranno positivi, il progetto – il cosiddetto Zeroth program – sarà la prima piattaforma commerciale su larga scala per l'informatica neuromorfica. Lo stesso obiettivo viene perseguito da università e laboratori aziendali come IBM Research e HRL Laboratories, che hanno prodotto chip neuromorfici a seguito di un progetto di 100 milioni di dollari del Defense Advanced Research Projects Agency.

Anche in Europa lo Human Brain Project ha investito circa 100 milioni di euro in progetti per sistemi neuromorfici, in particolare all'Università di Heidelberg e all'Università di Manchester. In Germania, un altro gruppo ha di recente annunciato di avere utilizzato un chip e del software neuromorfici modellati sui sistemi di riconoscimento degli odori da parte degli insetti per distinguere i fiori delle diverse piante.

Tutti i computer oggi in circolazione si basano sulla cosiddetta architettura di von Neumann: i dati viaggiano avanti e indietro tra un processore centrale e chip di memoria in sequenze lineari di calcoli. Questo metodo è formidabile per lavorare su numeri e per eseguire programmi accuratamente scritti, ma non per elaborare immagini o suoni e attribuirgli un significato. È emblematico che nel 2012, quando Google ha presentato il suo software d'intelligenza artificiale che apprendeva come riconoscere i gatti in filmati video senza essere stato

precedentemente programmato in tal senso, sono stati necessari ben 16mila processori per ottenere il risultato voluto.

Per continuare a migliorare le prestazioni di questi processori, i produttori sono costretti a inserire nuovi transistor, sempre più veloci, nuove memorie cache su silicio e nuovi percorsi per i dati, ma il calore complessivo generato da tutte queste componenti limita la velocità di funzionamento dei chip, specialmente negli apparecchi mobili con scarsa potenza.

Questo problema potrebbe ostacolare lo sviluppo di prodotti in grado di elaborare efficacemente suoni, immagini e altre informazioni sensoriali per compiti quali il riconoscimento facciale e la navigazione autonoma di robot o veicoli.

Qualcomm è all'avanguardia del settore di ricerca con i suoi chip wireless utilizzati in molti cellulari e tablet. Gli utenti di apparecchiature mobili sono sempre più esigenti. Ma i servizi di assistenza personale, come Siri di Apple e Google Now, sono limitati perché devono indirizzarsi al cloud per disporre di computer più potenti e rispondere alle richieste. «Stiamo andando a sbattere contro un muro», dice Jeff Gehlhaar, vicepresidente per la tecnologia di Qualcomm e responsabile del gruppo di ingegneri che segue il progetto Zeroth.

I chip neuromorfici provano a riprodurre su silicio il sistema a parallelismo massivo con cui il cervello elabora l'informazione, con miliardi di neuroni e trilioni di sinapsi che rispondono a impulsi sensoriali come gli stimoli uditivi e visivi.

Inoltre, i neuroni modificano le loro reciproche connessioni in risposta ai cambiamenti di immagini e suoni. In questo

processo consiste l'apprendimento. I chip, che incorporano i modelli a imitazione delle reti neurali del cervello, fanno lo stesso lavoro. Per questa ragione il robot di Qualcomm – dotato per il momento solo di un software che simula un chip neuromorfico – può mettere Spider-Man nello stesso contenitore di Capitan America senza avere mai visto Spider-Man in precedenza.

Anche se i chip neuromorfici non si avvicinano neanche lontanamente alle capacità del cervello, dovrebbero risultare molto più rapidi degli attuali computer a elaborare i dati sensoriali e ad apprendere. Il tentativo di emulare il cervello utilizzando software specialistico su processori tradizionali – come ha fatto Google nel suo esperimento con le immagini dei gatti – appare una soluzione inadeguata per arrivare a produrre macchine più intelligenti, sostiene Jeff Hawkins, esponente di spicco dell'IA, che ha creato il palmare Palm Pilot prima di co-fondare Numenta, un'azienda che produce software ispirato al funzionamento del cervello. «Non c'è modo di raggiungere l'obiettivo solo con il software», dice riferendosi allo sviluppo futuro dell'IA, «Si deve lavorare sul silicio».

Il canale neurale

Con la diffusione degli smartphone, Qualcomm ha ormai superato Intel in capitalizzazione di mercato. Ciò è dovuto anche alle centinaia di brevetti per la comunicazione wireless che Qualcomm ostenta con orgoglio nella sua sede centrale di San Diego. Ma l'azienda non si accontenta e vuole guadagnare nuovo terreno. Dapprima in collaborazione con Brain Corp., una startup impegnata sul fronte delle neuroscienze, in cui Qualcomm ha creduto e che ospita nella sua sede centrale, e più di recente con investimenti sul personale e sulla ricerca interna, l'azienda ha lavorato negli ultimi cinque anni ad algoritmi che imitano il funzionamento del cervello e all'hardware necessario.

Il progetto Zeroth si è inizialmente curato delle applicazioni robotiche perché i modi in cui i robot interagiscono con il mondo reale forniscono importanti indizi su come il cervello apprenda; questi insegnamenti sono preziosi per lo sviluppo degli smartphone e di altre apparecchiature. Il nome del progetto deriva da una delle tre leggi della robotica formulate da Isaac Asimov:

Qualcomm potrebbe aggiungere una “unità di elaborazione neurale” ai chip di telefonia mobile per gestire i dati sensoriali e compiti come il riconoscimento di immagini.

«Un robot non può recare danno a un essere umano né può permettere che, a causa del suo mancato intervento, un essere umano riceva danno».

L'idea dei chip neuromorfici risale a qualche decennio fa. Carver Mead, professore emerito del Caltech e pioniere dei circuiti integrati, ha coniato questo termine in un saggio del 1990, descrivendo come i chip analogici – che variano nei loro output, come i fenomeni del mondo reale, a differenza dei chip digitali, di natura binaria on-or-off – siano in grado di replicare l'attività elettrica di neuroni e sinapsi cerebrali. Ma Mead incontrò serie difficoltà a produrre chip analogici affidabili. Solo un processore neuromorfico, un chip per la riduzione del rumore di fondo prodotto da Audience, ha venduto milioni di esemplari. Il chip, che è basato sulla coclea umana, è stato utilizzato nei telefoni da Apple, Samsung e altre importanti aziende.

Qualcomm ha privilegiato le componenti pragmatiche e commerciali su quelle prestazionali.

Ciò significa che i chip neuromorfici ai quali sta lavorando sono ancora di tipo digitale, in quanto più semplici da produrre di quelli analogici. Inoltre, invece di modellare i chip sulle caratteristiche biologiche del cervello, il progetto di Qualcomm imita alcuni comportamenti del cervello.

Per esempio, i chip codificano e trasmettono i dati in modo da replicare i picchi elettrici che si generano nel cervello in risposta alle informazioni sensoriali. «Anche solo con questa rappresentazione digitale, siamo in grado di riprodurre una vasta serie di comportamenti che vediamo in campo biologico», afferma M. Anthony Lewis, responsabile del progetto Zeroth.

I chip potrebbero dare ulteriore spinta alle attività commerciali di Qualcomm, che

domina il mercato dei chip per la telefonia mobile, ma ha visto i profitti in lenta crescita. I suoi chip Snapdragon per la telefonia mobile includono componenti come le unità di elaborazione grafica.

Qualcomm potrebbe aggiungere una “unità di elaborazione neurale” ai chip per gestire i dati sensoriali e svolgere compiti come il riconoscimento di immagini e la navigazione robotica.

Infine, considerando il giro d'affari legato alla concessione di licenze tecnologiche alle altre aziende, Qualcomm si troverebbe nella posizione giusta per vendere i diritti d'utilizzo degli algoritmi di base dei chip neuromorfici. In questo modo si avvicinerebbe la prospettiva di chip con sensori per la visione, per il controllo del movimento e altre applicazioni.

Collaboratori intelligenti

All'inizio Matthew Grob trasale, poi ha un moto di insofferenza, quando ascolta la sigla iniziale della nota sitcom degli anni Settanta *Sanford and Son* nel bel mezzo di una riunione di lavoro. Gli viene in mente che durante un recente viaggio in Spagna ha inserito un promemoria con il motivo musicale come allarme e capisce che il telefono pensava fosse venuto il momento di farlo partire di nuovo.

Questo è solo un piccolo esempio di quanto i nostri dispositivi personali siano lontani dall'essere intelligenti. Nel futuro a cui pensa Grob, invece, non sarà necessario mettersi disperatamente a pigiare sulla tastiera del cellulare per interrompere la sigla musicale, ma si potrà semplicemente dire al telefono di non farlo e l'apparecchio capirà che deve disattivare l'allarme quando ci si sposta in un paese con un diverso fuso orario.

Qualcomm è particolarmente interessata alla possibilità che i chip neuromorfici possano trasformare gli smartphone e gli altri apparecchi mobili in “assistenti intelligenti” che prestino attenzione alle nostre azioni e apprendano le nostre abitudini. «Se l'utente e il suo apparecchio percepiscono l'ambiente circostante nello stesso modo, l'apparecchio potrà comprendere più facilmente le intenzioni dell'utente e anticipare le sue richieste», spiega Samir Kumar, direttore dello sviluppo commerciale del laboratorio di ricerca di Qualcomm. Alla richiesta di fare alcuni esempi, Kumar elen-

ca una sequela di situazioni: se un utente marca il suo cane in una fotografia, la telecamera del suo telefono riconoscerà il cane in tutte le foto seguenti. A una partita di calcio, l'utente può dire al telefono di scattare una fotografia solo quando suo figlio sta per segnare. La sera, quando si va a dormire, il telefono dovrebbe già sapere quando svegliare l'utente, senza la necessità di ricordarlo di volta in volta. In poche parole, dice Grob, lo smartphone dovrebbe possedere un sesto senso digitale.

I dirigenti di Qualcomm non amano fare voli pindarici prima di avere la disponibilità del chip. Ma i ricercatori del settore sono molto più disposti a disegnare quadri futuri.

Secondo Dharmendra Modha, un ricercatore di punta di IBM, a San Jose, con questi chip si potrebbero produrre occhiali per non vedenti che sfruttano sensori visivi e uditivi per riconoscere gli oggetti e fornire indicazioni via audio; sistemi di assistenza medica che monitorano i parametri vitali, segnalano potenziali problemi e suggeriscono terapie individualizzate; computer che esaminano dati su venti, maree e altri indicatori per prevedere con più accuratezza gli tsunami.

A HRL, questa estate, il responsabile della ricerca scientifica, Narayan Srinivasa, prevede di sperimentare un chip neuromorfico in un velivolo, grande come un uccello, di AeroVironment che verrà fatto volare all'interno di due sale. Il velivolo registrerà dati dalla telecamera e altri sensori in modo da capire in quale sala si trova e muoversi nello spazio più agevolmente; l'esperimento permetterà di ricavare informazioni preziose per lo sviluppo di droni avanzati.

Ci vorrà tempo per mettere a punto il giusto hardware. «È arrivato il momento per le aziende del settore di fare ricerca», sostiene Dileep George, cofondatore di Vicarious, una start-up che si occupa di IA. «I prodotti commerciali potrebbero richiedere tempi ancora lunghi». I dirigenti di Qualcomm concordano in buona parte, anche se sperano che il lancio della loro tecnologia, previsto per questo anno, riduca notevolmente questi tempi. ■

Robert D. Hof, già responsabile della redazione di “Business Week” a Silicon Valley, collabora con MIT Technology Review USA.

L'atlante cerebrale

Una nuova mappa, che ha richiesto dieci anni di lavoro, mostra in dettaglio le strutture neurali, fornendo una guida preziosa nella complessità del cervello.

Courtney Humphries

Negli ultimi anni i neuroscienziati hanno compiuto considerevoli progressi nella comprensione del funzionamento del cervello. L'Human Brain Project europeo sta lavorando a una simulazione computazionale del cervello umano, mentre la BRAIN Initiative statunitense è impegnata nella creazione di una rappresentazione ad ampio spettro dell'attività cerebrale.

Questi ambiziosi progetti riceveranno una spinta decisiva da una nuova risorsa: mappe complete e dettagliate della struttura cerebrale e delle sue diverse aree.

Come parte dell'Human Brain Project, un gruppo internazionale di ricercatori guidati da scienziati tedeschi e canadesi ha prodotto un atlante tridimensionale del cervello con un livello di risoluzione 50 volte più alto delle precedenti mappature. L'atlante, che ha richiesto dieci anni di lavoro per venire completato, è costituito da alcune migliaia di sezioni cerebrali, prima tagliate a fette e poi completamente digitalizzate con l'aiuto dei supercomputer per costruire una mappa dell'organo. In grado di mostrare dettagli fino a 20 micrometri, all'incirca le dimensioni di molte cellule umane, è un passo avanti importante nella comprensione dell'anatomia tridimensionale del cervello.

Per realizzare la ricostruzione digitale del cervello, alcuni ricercatori sotto la guida di Katrin Amunts del Jülich Research Center, in Germania, hanno inizialmente utilizzato la tomografia a risonanza magnetica per creare un'immagine post mortem del cervello di una donna di 65 anni. L'organo è stato diviso in fette ultrasottili. Gli scienziati hanno colorato le sezioni e le hanno registrate una per una con uno scanner piatto. Alan Evans e i suoi collaboratori del Montreal Neurological Institute hanno

inserito le 7.404 immagini in un data base della grandezza di circa un terabyte. La divisione in fette ha piegato, lacerato e consumato il tessuto, pertanto Evans ha dovuto correggere queste imperfezioni nelle immagini. Inoltre, ha anche riallineato le diverse parti nella posizione originale che occupavano nel cervello.

Il risultato è impressionante: un modello cerebrale al cui interno si può navigare, focalizzando la visione sulla disposizione di cellule e tessuti.

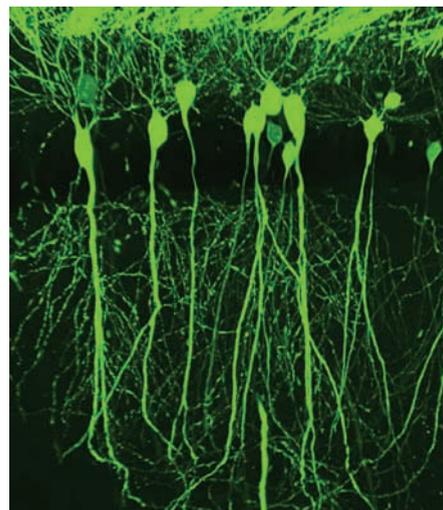
«L'obiettivo futuro è di disporre di modelli del cervello con una risoluzione cellulare di 1 o 2 micrometri e non di 20 micrometri», spiega Amunts. Si tratta di un obiettivo ambizioso, per una serie di ragioni. Una è legata al calcolo: Evans sostiene che una simile mappa del cervello potrebbe contenere diversi petabyte di dati, ingestibili con le tecnologie informatiche attuali, anche se rimane ottimista sulle possibilità future. Un'altra ragione è di tipo fisico; il cervello non può essere tagliato in fette più sottili. Buone notizie potrebbero arrivare dalle tecnologie che permettono agli scienziati di vedere ad altissima risoluzione le disposizioni di cellule e fibre nervose nei tessuti cerebrali intatti. Amunts sta sviluppando uno di questi sistemi, sfruttando la luce polarizzata per ricostruire strutture tridimensionali di fibre nervose nei tessuti cerebrali. Una tecnologia chiamata Clarity, ideata da Karl Deisseroth, neuroscienziato e bioingegnere della Stanford University, consente agli scienziati di vedere direttamente la struttura dei neuroni e dei circuiti cerebrali in un cervello intatto. Questo organo, in genere, è opaco perché il grasso delle sue cellule blocca la luce. Clarity scioglie i grassi, rimpiazzandoli con una sostanza gelatinosa che lascia le altre strutture integre e visibili.

Anche se Clarity funziona bene sui cervelli dei topi, quelli umani risultano troppo grandi per venire analizzati con l'attuale versione della tecnologia. Ma Deisseroth ritiene che Clarity si possa già utilizzare con blocchi di tessuti cerebrali umani migliaia di volte più estesi di una sottile sezione cerebrale, semplificando la ricostruzione in 3D e minimizzando la soglia d'errore. ■

Courtney Humphries collabora con MIT Technology Review USA su argomenti di biologia e medicina.



Fotografia: per gentile concessione di Brain Imaging Center e Montreal Neurological Institute



Neuroni e circuiti cerebrali di un cervello di topo. Fotografia: per gentile concessione di Deisseroth Lab.

Innovazione

Una mappa ad alta risoluzione, nell'ordine dei 20 micrometri, mostra nel dettaglio le strutture del cervello umano.

Perché è importante

Per comprendere il funzionamento del cervello, i neuroscienziati non possono fare a meno di una dettagliata mappa della sua anatomia.

Protagonisti

- Katrin Amunts, Jülich Research Centre
- Alan Evans, Montreal Neurological Institute
- Karl Deisseroth, Stanford University

Editing genomico Un audace esperimento

La capacità di creare primati con mutazioni programmate potrebbe aprire nuove importanti strade per studiare alcune complesse malattie mentali.

Christina Larson

Fino a poco tempo fa Kunming, capitale dello Yunnan, la provincia sud-occidentale della Cina, era famosa per gli alberi di palma, i cieli luminosi, l'atmosfera tranquilla e un flusso ininterrotto di escursionisti che si avventurano sulle montagne circostanti e le suggestive gole. Ma le cose stanno cambiando rapidamente. In un'area alla periferia della città – deserta dieci anni fa e che ora ospita un istituto per la ricerca genomica – gli scienziati hanno realizzato un audace esperimento. Hanno creato due macachi femmina con delle mutazioni genetiche predeterminate.

Lo scorso novembre, la coppia gemella di scimmie, Mingming e Lingling, sono venute al mondo all'interno del campus di ricerca del Kunming Biomedical International e del suo associato Yunnan Key Laboratory of Primate Biomedical Research. Le scimmie macache sono state concepite con la fecondazione in vitro. Gli scienziati hanno utilizzato CRISPR, un nuovo metodo di ingegneria genetica, per inserire tre diversi geni negli ovuli fecondati e poi impiantarli in un "surrogato" materno. Il successo dell'esperimento ha confermato la possibilità di introdurre modificazioni genetiche predeterminate nei primati, aprendo potenzialmente la strada a una nuova era della biomedicina, in cui si potrà seguire passo dopo passo lo sviluppo nelle scimmie di malattie complesse.

CRISPR, che è stato ideato da ricercatori dell'University of California, di Berkeley, di Harvard, del MIT e di altre università nel corso degli ultimi anni, sta già trasformando l'idea stessa di ingegneria genetica, perché permette di modificare il genoma con relativa facilità e precisione. L'obiettivo del-



I genomi delle due giovani macache gemelle sono stati modificati con più mutazioni.
Fotografia: Per gentile concessione dello Yunnan Key Laboratory of Primate Biomedical Research

l'esperimento condotto al Kunming è di confermare che la tecnologia può creare dei primati con più mutazioni, spiega Weizhi Ji, uno dei responsabili dell'esperimento.

Ji ha iniziato la sua carriera al governativo Kunming Institute of Zoology, nel 1982, occupandosi in particolare dei sistemi riproduttivi dei primati. Allora, la Cina era «un paese molto povero», ricorda Ji. «Non avevamo abbastanza fondi per la ricerca. Ci occupavamo di problemi relativamente semplici, come il miglioramento dell'alimentazione nei primati».

Nel frattempo, le ambizioni scientifiche della Cina sono profondamente cambiate. Il campus di Kunming è suddiviso in habitat attrezzati per ospitare le scimmie: 75 rifugi coperti che danno asilo a oltre 4.000 primati, molti dei quali si dondolano su scale sospese o saltano sulle reti metalliche. Sessanta custodi in divisa blu, accuratamente formati, seguono ininterrottamente i loro movimenti.

Il laboratorio dove l'esperimento è stato realizzato è dotato di sistemi di microiniezione, vale a dire dei microscopi collegati a una capsula di Petri e a due aghi di precisione, controllati da manopole e altri dispositivi.

Con questi sistemi è stato iniettato lo sperma negli ovuli e si è intervenuto sui geni, grazie a delle "guide" di RNA che indirizzano ai geni l'enzima con il DNA modificato.

Nella mia visita alla fine di febbraio, la coppia di macachi aveva solo alcuni mesi e viveva nelle incubatrici, attentamente seguita dallo staff.

Ji e i suoi collaboratori hanno la ferma intenzione di continuare in questo esperimento, per rilevare gli sviluppi delle modificazioni genetiche introdotte. ■

*Christina Larson
è corrispondente in Cina della rivista
"Bloomberg Businessweek".*

Innovazione

L'utilizzo di uno strumento di editing genomico per creare due scimmie con mutazioni genomiche predeterminate.

Perché è importante

Possibilità di modificare particolari geni apre la strada a una migliore conoscenza delle malattie umane.

Protagonisti

- Yunnan Key Laboratory
- Jennifer Doudna, UC Berkeley
- Feng Zhang, MIT
- George Church, Harvard

Editing genomico Come funziona il CRISPR

Un nuovo sistema di editing genomico, utilizzato in Cina, consente di creare scimmie geneticamente modificate per scopi diagnostici.

Amanda Schaffer

All'inizio del 2013, alcuni scienziati statunitensi hanno dimostrato che CRISPR era in grado di modificare qualsiasi tipo di cellula animale, incluse quelle umane, in una capsula di Petri. Ma i ricercatori cinesi sono stati i primi a sfruttare con successo il sistema nei primati, per creare una prole con specifiche modificazioni genetiche.

«L'idea d'intervenire facilmente sui primati con questa tecnologia è straordinaria», afferma Jennifer Doudna, docente di biologia cellulare e molecolare alla University of California, a Berkeley, che ha sviluppato e adottato il sistema CRISPR. La creazione di primati con modificazioni genetiche intenzionali potrà favorire lo studio di malattie umane di grande complessità. Allo stesso tempo, sorgono anche nuovi problemi di ordine etico. Da un punto di vista tecnico, la ricerca cinese sui

primati indica che gli scienziati hanno la possibilità di modificare con CRISPR gli ovuli umani fecondati; se l'esperimento con i macachi avrà un decorso positivo, si potranno creare degli ovuli per mettere al mondo dei bambini geneticamente modificati.

Questa prospettiva rimane lontana dalle menti dei molti ricercatori che stanno adottando CRISPR. Molto più concreta è l'eventualità di creare animali con mutazioni legate alle malattie umane. Gli esperimenti con i primati sono costosi e possono suscitare preoccupazioni sullo stato di salute degli animali, continua Doudna. Ma la dimostrazione che CRISPR ha ottenuto, ha indotto «molte persone a proporre interventi su modelli animali per risolvere problemi importanti».

In cima a questa lista si trova la ricerca sulle malattie mentali. Robert Desimone, direttore del McGovern Institute for Brain Research del MIT, sostiene che «c'è una forte spinta» a utilizzare CRISPR per generare modelli di scimmie con malattie quali l'autismo, la schizofrenia, il morbo di Alzheimer e il disturbo bipolare. Queste malattie sono difficili da studiare nei topi e negli altri roditori, non solo perché i comportamenti coinvolti differiscono sostanzialmente tra questi animali e gli esseri umani, ma anche perché i circuiti neurali interessati dalle malattie sembrano essere diversi. Molti farmaci sperimentali somministrati durante esperimenti psichiatrici che all'apparenza funzionavano bene con i topi, si sono dimostrati inefficaci nel corso delle sperimentazioni sugli uomini. Il risultato di questi fallimenti è stato che molte aziende

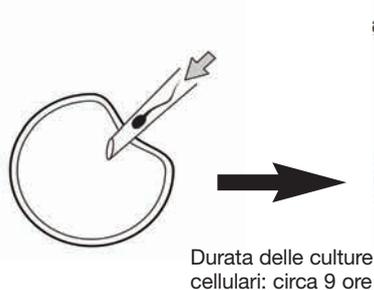
farmaceutiche hanno deciso di limitare o abbandonare del tutto questo tipo di ricerche. Le sperimentazioni sui primati possono aiutare i ricercatori a fare luce sul crescente numero di mutazioni che gli studi genetici hanno collegato alle malattie mentali. Il significato di una specifica variante genetica è spesso oscuro, nel senso che potrebbe essere la causa della malattia o risultare solo indirettamente associata con la malattia. CRISPR ha le carte in regola per diventare lo strumento adatto a chiarire quali sono le mutazioni che provocano la malattia. I ricercatori avrebbero la possibilità di introdurre sistematicamente le varianti genetiche sospette nelle scimmie e osservare cosa accade. CRISPR è utile anche perché permette agli scienziati di creare animali con diverse combinazioni di mutazioni, allo scopo di valutare quale (o quale tipo di combinazioni) gioca un ruolo decisivo nella malattia. Questo complesso livello di manipolazione è impossibile con altri metodi.

Weizhi Ji, uno dei responsabili delle ricerche dello Yunnan Key Laboratory of Primate Biomedical Research, a Kunming, ritiene che la modificazione del genoma umano con CRISPR sia «molto possibile», ma concorda sul fatto che «i problemi di sicurezza impongono ancora dei tempi lunghi». Nel frattempo, il suo gruppo spera di utilizzare le scimmie modificate geneticamente «per disporre di validi modelli animali delle malattie umane». ■

Amanda Schaffer è una giornalista scientifica di "Slate Magazine".

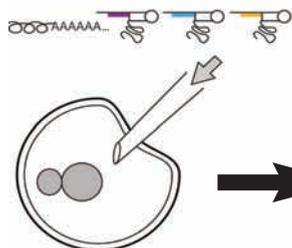
1 Iniezione di sperma

I tecnici di laboratorio iniettano un singolo spermatozoo in un ovulo non fecondato.



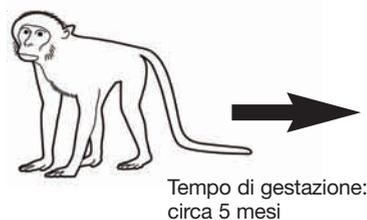
2 Editing genomico

Nell'ovulo fecondato viene introdotta una "guida" di RNA che ha come obiettivo un determinato gene e uno stampo per l'enzima che taglia il DNA.



3 Surrogato materno

I ricercatori trasferiscono gli embrioni apparentemente sani, suddivisi in molte cellule, nelle scimmie femmine. In genere, tre embrioni vengono trasferiti a un "surrogato".



4 Cuccioli di primate

Le gemelle Mingming e Lingling sono nate con più mutazioni genetiche. Il primo caso di primati vivi creati in esperimenti con CRISPR, il sistema di editing genomico.

