



La trasformazione digitale delle fabbriche

La Quarta Rivoluzione Industriale cambierà le regole del gioco e renderà le fabbriche più "intelligenti". Allo stesso tempo, accanto a una transizione tecnologica, si assisterà anche a una transizione culturale

DI VINCENZO MANZONI*

Negli ultimi anni, i principali miglioramenti nei processi produttivi dal punto di vista della qualità dei prodotti e dei costi di produzione sono avvenuti grazie al *software*. Attraverso il *software*, infatti, si possono prendere migliaia di decisioni al secondo applicando sofisticati modelli matematici ai dati acquisiti dal campo. Questa capacità permette di portare i sistemi meccanici al proprio limite, senza mai superarli. Inoltre, il *software* non soffre la stanchezza, ed è proprio quest'ultima caratteristica che ha contribuito a creare posti di lavoro più sicuri, come evidenziano i trend degli indicatori di sicurezza, in continuo miglioramento nell'ultimo decennio.

Alla base dei *software* di controllo normalmente si trovano modelli espliciti, che descrivono processi fisici attraverso equazioni matematiche definite dagli ingegneri di processo. Tuttavia, in alcuni casi i sistemi sono così complessi che non possono essere definiti in modo esplicito. In questi casi, si applica la modellazione a scatola nera (*black-box*), dove modelli matematici generici vengono specializzati per lo specifico contesto grazie ai dati. Nella maggior parte dei casi questi modelli guidati dai dati (*data-driven*) sono implementati con tecniche di apprendimento automatico, altrimenti conosciute come *machine learning*.

L'attività di ricerca internazionale dietro queste tecniche non è mai stata così attiva. Basti pensare che il numero di articoli scientifici sottomessi al NeurIPS – una delle principali conferenze internazionali su questi temi, che accetta solo il top 20% dei contributi ricevuti – è quasi triplicato negli ultimi tre anni, passando da 3240 articoli nel 2017 a 9454 nel 2020 [1]. Grazie a questa intensa attività di ricerca, le performance dei modelli di *machine learning* migliorano ogni anno. Uno dei risultati più straordinari è stato ottenuto nel campo del riconoscimento automatico delle immagini dove, già dal 2015, le capacità di questi modelli hanno superato quelle umane [2].

COMPUTER VISION

Quali sono alcuni esempi concreti dell'applicazione di modelli di *machine learning* ai processi produttivi? Fra gli impieghi più consolidati vi è la *visione artificiale* (o *computer vision*) usata già da molto tempo per numerose finalità industriali, fra cui il controllo qualità dei prodotti, la manutenzione predittiva, la guida autonoma e l'analisi delle riprese di sorveglianza per il controllo gli



accessi, la verifica della presenza di DPI (Dispositivi di Protezione Individuale) e – in tempo di pandemia – il rispetto del distanziamento sociale.

Fino a pochi anni fa, le persone in grado di creare sistemi di visioni artificiale con performance paragonabili a quelle umane erano poche centinaia in tutto il mondo, concentrando il vantaggio tecnologico in poche grandi imprese. Oggi invece è potenzialmente possibile per ogni impresa includere questi servizi nei propri sistemi aziendali grazie alle soluzioni offerte dai principali fornitori di servizi *cloud*, a meno di un centesimo di euro a richiesta. La scelta del servizio più idoneo dal punto di vista tecnico ed economico e l'integrazione dello stesso nei sistemi aziendali sarà uno dei nuovi ruoli dell'ingegnere, in particolare dell'informazione.

VIRTUAL SENSING

Una seconda applicazione è il *virtual sensing*, in cui modelli di *machine learning* stimano quantità non direttamente misurabili. Alcuni esempi sono la stima di grandezze fisiche che richiederebbero sensori molto costosi, in posizioni in cui non è possibile installarli, per cui non esistono sensori, o che renderebbero il tempo di ciclo non sostenibile. Aver la capacità di implementare questi sensori virtuali al posto di sensori reali porterà ad almeno due vantaggi: uno economico, e uno operativo. I sensori virtuali infatti consentono un risparmio diretto dato dal non acquisto dei sensori fisici. Inoltre, i sensori virtuali azzerano completamente l'attività di manutenzione sul campo e rendono disponibili nuove misure utili per migliorare i modelli espliciti e ottimizzatori

di processo. In questo secondo scenario, l'ingegnere – non solo informatico – avrà un ruolo chiave nella realizzazione di questi sensori virtuali e nella loro integrazione nei sistemi di automazione e pianificazione della produzione.

ANOMALY DETECTION

Infine, una terza applicazione, sono i **sistemi di identificazione delle anomalie** (o di *anomaly detection*). Questi sistemi si basano sul confronto tra misure reali acquisite sul campo e la stima di un modello matematico che restituisce il valore delle stesse misure in condizioni nominali, che – in caso di anomalia – saranno statisticamente differenti. Anche in questo caso, i sistemi sono quasi sempre troppo complessi da modellare usando equazioni matematiche e si predilige l'uso di modelli di *machine learning*, la cui responsabilità di implementazione e integrazione nei sistemi aziendali sarà su figure ingegneristiche.

IL RUOLO DELLA FORMAZIONE

Secondo la mia esperienza professionale, i progetti che hanno successo non sono i più semplici o i più complessi, ma quelli per cui è dimostrabile un impatto diretto positivo su indicatori (o *KPI*, dall'inglese *Key Performance Indicator*) di business. Per questo, è molto importante saper monitorare e condividere le performance di questi sistemi e il loro impatto sui *KPI* e saper intervenire se le performance non corrispondono più alle performance nominali. Infatti, i modelli non si adeguano da soli. Questa parte spesso non viene promossa a sufficienza, preferendo l'attività di creazione del sistema. Tuttavia, è l'atti-

vità che determina l'efficacia di un sistema e la sua vita. Inoltre, è necessario monitorare sia la qualità della singola previsione, sia eventuali sue derive lente. Per far questo, servono competenze proprie del bagaglio di un moderno ingegnere informatico. Con il termine moderno intendo un ingegnere informatico che affianca alle competenze tradizionali di matematica, fisica, statistica e scienze informatiche, competenze di modellazione avanzata dai dati. In particolare, non solo la conoscenza dei principali modelli di *machine learning* – come gli alberi decisionali, le reti neurali e le reti neurali profonde (o, *deep neural networks*) – e come addestrarli, ma anche delle tecniche e tecnologie per metterli in produzione, integrarli con i sistemi aziendali esistenti e monitorarli.

I principali atenei italiani stanno adeguando i propri piani di studio per includere questi insegnamenti, in particolare per ingegneri informatici e dell'automazione. Inoltre, tirocini formativi e tesi di laurea su questi temi possono offrire agli studenti interessati ottime occasioni per fare esperienza. Infine, sia studenti che professionisti possono frequentare corsi online delle principali università mondiali sulle **piattaforme MOOC** (*Massive Open Online Courses*), quali Coursera, Udacity e edX. Un buon punto di partenza potrebbe essere il corso "Machine Learning", tenuto dal prof. Andrew Ng, ospitato su Coursera che ha già avuto 3,9 milioni di studenti con una media di apprezzamento di 4,9/5. Per le figure manageriali, alcune università italiane hanno già definito master dedicati proprio a questi temi: ne sono un esempio l'**International Master in Big Data del MIP** (Politecnico di

Milano), o il **Master in Gestione della Fabbrica Intelligente** dell'Università degli Studi di Bergamo.

DA DOVE COMINCIARE

Da dove dovrebbe partire un'azienda che volesse iniziare a includere queste figure professionali nel proprio organico?

Il mio suggerimento è di iniziare con poche persone interne, ben scelte. Infatti, grazie alla tecnologia un professionista ha una grande leva. Per questo, la misura diretta delle competenze tecniche del candidato in fase di selezione acquisisce maggiore importanza. Suggerisco quindi di sottoporre un problema tecnico simile a quelli che troverà in azienda. In questo modo, si potranno misurare direttamente le sue capacità di identificare il cuore del problema, la creatività nel definire una soluzione e le competenze tecniche necessarie per implementarla.

Le due opzioni naturali dove collocare questi professionisti sono il dipartimento di IT o in una (o più) linea. Entrambe le opzioni hanno pro e contro. Nella mia esperienza ho trovato molto efficace posizionare queste figure il più possibile vicino a tecnologi di processo perché la conoscenza diretta del processo e una stretta relazione con i suoi massimi esperti permettono di identificare meglio i bisogni e nuove opportunità, velocizzano i tempi di sviluppo e rendono più facile l'adozione della soluzione finale.

La Quarta Rivoluzione Industriale cambierà le regole del gioco e renderà le fabbriche un po' più intelligenti. Gli operatori che lavoreranno in queste nuove fabbriche svolgeranno mansioni a maggior valore aggiunto perché quelle a basso valore aggiunto verranno automatizzate o robotizzate. Allo stesso tempo, accanto a una transizione tecnologica si assisterà anche a una transizione culturale, e gli ingegneri – con la loro capacità unica di coniugare tecnica e gestione – avranno un ruolo centrale nel governo di questo cambiamento.

*COMMISSIONE ICT, ORDINE ING. DI BERGAMO

FONTI

[1] <https://medium.com/criteo-engineering/neurips-2020-comprehensive-analysis-of-authors-organizations-and-countries-a1b55a-08132e>

[2] https://aiimpacts.org/time-for-ai-to-cross-the-human-performance-range-in-imagenet-image-classification/#Beginner_level