

LA ROBOTICA IN CANTIERE

Un'innovazione lenta ma indispensabile

Prof. Dario Trabucco

Il mondo delle costruzioni è, notoriamente, uno dei settori industriali meno "innovativi". Le motivazioni sono molteplici e riguardano sia aspetti economici-imprenditoriali, che normativi, che veri e propri aspetti culturali.

Uno degli aspetti nei quali è evidente il grande divario tra l'edilizia e altri settori industriali è quello relativo alla robotizzazione dei processi produttivi. Alcuni settori industriali, in particolare l'automotive, l'industria alimentare e quella degli imballaggi, hanno fatto enormi progressi già da alcuni decenni, modificando completamente l'aspetto della fabbrica. La catena di montaggio svi-

luppata da Henry Ford un secolo fa per la sua model T è ancora attuale, se non per un aspetto fondamentale: i bracci robotizzati hanno quasi interamente sostituito la manodopera dei lavoratori umani in una grandissima quantità di lavorazioni. Saldature, verniciature e imbullonature sono ora quasi sempre svolte da robot, soprattutto nelle catene di montaggio destinate a produrre i best seller del settore. Quali siano stati i vantaggi introdotti dalla robotizzazione di questi settori industriali è facile da comprendere: maggiore velocità, maggiore precisione, maggiore continuità delle lavorazioni e maggiore sicurezza per gli

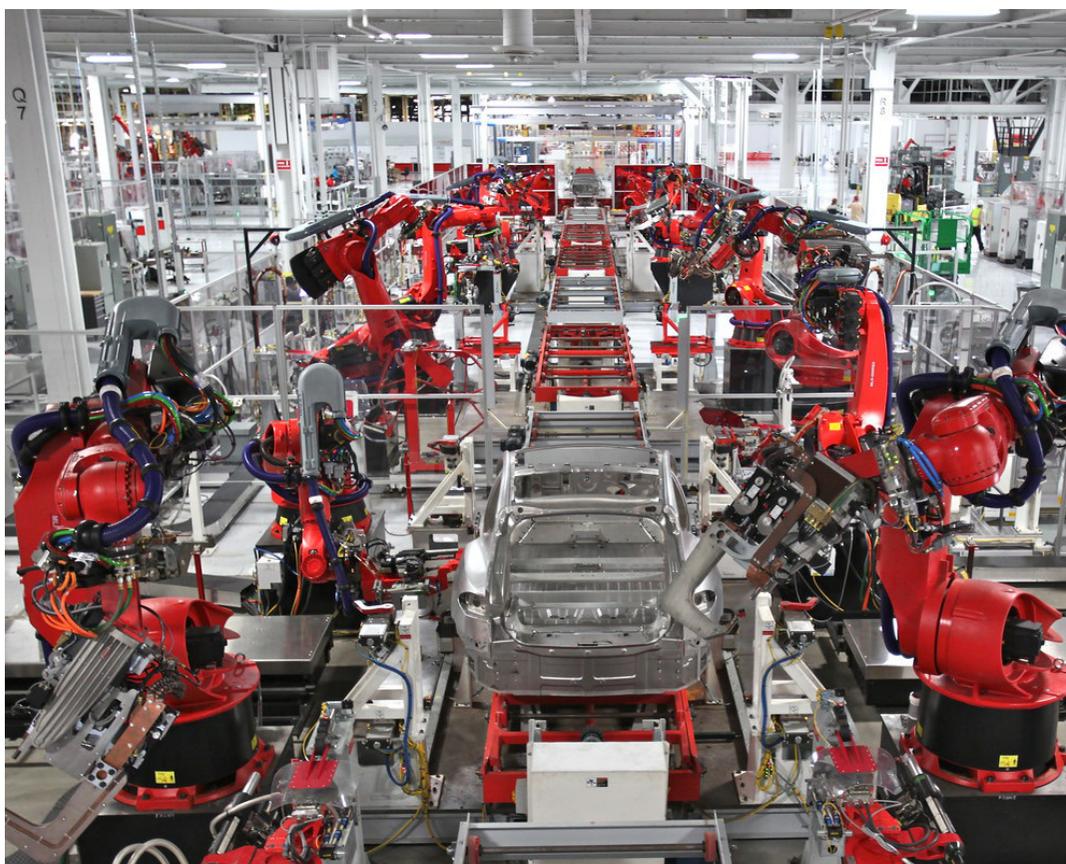
operai. Questi sono infatti i parametri fondamentali attorno ai quali in numerosissimi campi si sta realizzando una vera e propria rivoluzione: velocità, controllo della qualità e sicurezza (sia del prodotto, che del lavoratore). L'industria delle costruzioni sta quindi guardando con crescente attenzione alla robotica, per individuare le possibilità di trasferire on site gli stessi vantaggi che sono risultati tanto importanti in altri tipi di industrie. Nel contesto di questo articolo è importante chiarire che il processo qui indagato consiste nella robotizzazione delle costruzioni in cantiere. La produzione dei materiali da costruzione, ov-



Mate, un esoscheletro pensato per l'industria automotive per facilitare le fasi lavorative che avvengono al di sotto della scocca delle automobili. Potrebbe presto trovare un posto anche nei cantieri edili

vero tutte quelle operazioni produttive o di pre-assemblaggio che avvengono in stabilimento, off site, ha già beneficiato o sta beneficiando (dove tecnicamente possibile ed economicamente vantaggioso) della trasformazione industriale in atto negli altri settori. Alcune delle fasi produttive sono quindi robotizzate utilizzando macchine che compiono una precisa operazione in modo più rapido, più preciso o senza il rischio di incidenti di quanto gli esseri umani siano in grado di fare. Tuttavia, è evidente un interesse, e forse una reale opportunità, per portare i robot a sostituire gli operai anche nei cantieri edili.

I tre fattori determinanti per la proliferazione della robotica sono, come sottolineato in precedenza, la velocità, la qualità del prodotto finito e la sicurezza. Le attività costruttive che avvengono in un cantiere edile sono tuttavia molto diverse rispetto al ciclo di produzione industriale dei settori nei quali la robotizzazione è stata più pervasiva. La prima ed evidente differenza è nella dimensione del prodotto finale: mentre nell'automotive o nel packaging il prodotto si sposta lungo la linea di assemblaggio e il robot sta fermo, nell'industria delle costruzioni questo non può avvenire perché l'edificio è solidamente ancorato al suolo, e lo spostamento deve quindi essere eseguito dagli attori del processo costruttivo, siano essi operai o macchinari. Inoltre, i moderni robot utilizzati nell'industria 4.0 hanno precisioni straordinarie, in alcuni casi nell'ordine di grandezza del micron: sono macchine quindi overdesigned per l'edilizia, nel quale le tolleranze sono del millimetro per la carpenteria metallica e del centimetro per le opere in calcestruzzo e laterizio. Delle macchine eccessivamente performanti risultano pertanto troppo costose (e probabilmente delicate) per il settore delle costruzioni, soprattutto per l'edilizia diffusa di piccola-media scala. Inoltre, i robot fanno della loro velocità un elemento determinante: in tal modo il prodotto può avanzare nella catena di montaggio e il robot essere utilizzato per eseguire nuovamente la stessa operazione sul pezzo successivo. In edilizia, esistono operazioni che "meritano" davvero di essere compiute con tale velocità?



1 e 2 (assieme): La catena di montaggio della Ford Modello T e quella della Tesla Modello S, a circa un secolo di distanza: il principio non è cambiato, ma i robot hanno sostituito gli operai con un notevole incremento della qualità e della velocità di assemblaggio delle auto

Numerosi video impazzano in rete con robot che costruiscono muri in laterizio, oppure che montano lastre di cartongesso o che "stampano" degli edifici in calcestruzzo. Questi esempi, seppure interessanti e certamente in grado di stimolare l'attenzione e l'interesse del pubblico generico, rischiano però di distorcere l'argomento e di diluire i grandi investimenti necessari per introdurre vere innovazioni: a meno di casi davvero eccezionali, non ha alcuna giustificazione - prima di tutto economica, utilizzare una macchina per costruire un muro in laterizio: il mattone ha infatti una deter-

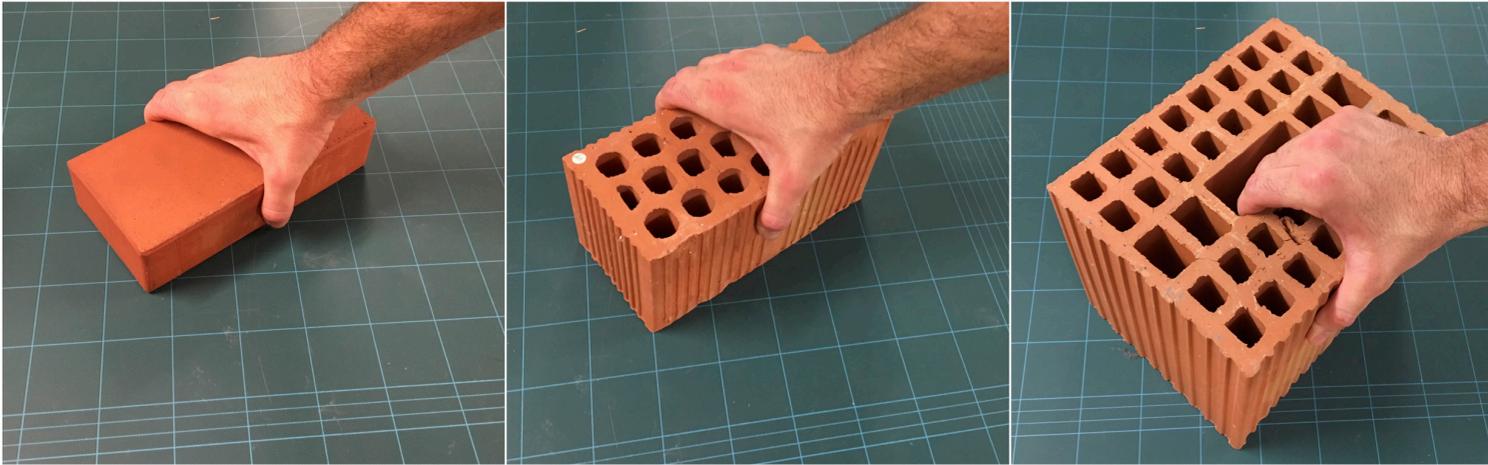
minata forma, peso e dimensione perché deve essere maneggiato dalla mano di un muratore: eliminando questo "strumento" per sostituirlo con un altro, non ha più senso l'utilizzo del mattone così come lo conosciamo!

Un esempio meno appariscente - e quindi meno conosciuto - ma senza dubbio di rilievo di robot per operazioni on site è quello offerto da R.I.S.E., un sistema robotizzato per l'installazione delle guide degli ascensori sviluppato da Schindler. Il braccio robotizzato è montato su una piattaforma che viene sollevata da un argano all'interno del

vano dove correrà l'ascensore. Il sistema scansiona automaticamente l'ambiente ed esegue i fori nel calcestruzzo per inserire il tassello di ancoraggio della guida. Terminata l'operazione si sposta al livello successivo, ripetendo la stessa sequenza di comandi fino alla sommità del vano. Il sistema risolve un problema sempre più pressante: l'indisponibilità, in molti mercati, di operai disponibili per eseguire manualmente l'operazione. Le condizioni specifiche di lavoro sono infatti estremamente avverse: un vano buio e con il rischio di caduta dall'alto, nel quale l'operazione da compiere (e-



Per alcune mansioni pare gli esseri umani siano "insostituibili": un operaio testa le tegole uscite dal forno per individuare delle microfessure colpendole con un martelletto. Nonostante i tentativi non si è ancora riusciti a calibrare una macchina in modo sufficientemente preciso.



I mattoni, hanno una forma e dimensione specifica data dallo strumento usato per maneggiarli: la mano del muratore. Sostituendo il muratore con un robot, non ha più senso usare i mattoni come li conosciamo oggi.

seguire i fori nel calcestruzzo) produce forte rumore, vibrazioni e polvere. Un ambiente molto più simile a una miniera che a un cantiere edile. Il robot svolge quindi un lavoro estremamente difficile e pericoloso per l'uomo, compiendo quindi un passo nella direzione giusta: sostituire, ove opportuno, il lavoratore umano.

Il caso citato è quindi emblematico perché arriva alla completa sostituzione dell'operaio (sebbene siano comunque necessari degli operatori, con un diverso livello di specializzazione, per l'installazione e il controllo del robot). Inoltre, la particolare condizione di lavoro consente di sfruttare al massimo le capacità del robot che si trova, nello specifico caso descritto, ad operare in una zona priva di interferenze. La presenza di esseri umani richiederebbe infatti l'utilizzo di un braccio meccanico con caratteristiche diverse, non un robot ma più propriamente un co-bot, ovvero un braccio dotato di particolari sensori che arrestano il movimento automatico qualora il braccio urti un lavoratore. In un cantiere edile, la contemporanea presenza di umani è necessaria a causa dell'elevata diversità delle operazioni di costruzione, per ognuna delle quali servirebbe un robot specifico.

Una delle frontiere più futuristiche, ma anche "realistiche", sarà quella di avere un lavoratore assistito da uno o più co-bot che svolgono, sulla base di istruzioni ricevute, semplici operazioni attraverso utensili di varia natura: forare, avvitare,

saldare, pitturare, ecc. sono già svolte comunemente da robot industriali, programmati per ripetere infinite volte la stessa azione. L'aspetto della facile e intuitiva programmabilità del co-bot è quindi decisivo per consentirne l'utilizzo da parte degli operai in cantiere, che devono poter modificare ripetutamente la tipologia delle operazioni da far svolgere dalla stessa macchina.

A questo fine, il riconoscimento del linguaggio naturale (la lingua parlata) e dei gesti rappresenta il cuore della ricerca svolta dai grossi gruppi di ricerca e sviluppo del settore.

Raggiunto questo obiettivo si potrà quindi impartire un ordine semplice al robot (es: "fai dieci buchi profondi 60, diametro 5, partendo da qui - indicando un punto su un muro - ogni 10 cm") e svolgere un'altra operazione mentre il robot (e non l'essere umano!) subisce le vibrazioni, la polvere e il rumore prodotti dal trapano. Quali sono, dunque, i campi di possibile e rapida, applicazione della robotica in edilizia?

Guardando alla robotica "allargata", alcuni dei settori più promettenti e di più semplice trasferimento al settore edile sono offerti dai mezzi di trasporto a guida autonoma. Queste tecnologie, il cui studio è oramai in una fase molto avanzata per la circolazione dei mezzi su strada, possono fornire un importante contributo nelle attività di movimento terra nei grandi cantieri. In questi contesti bulldozer, escavatori e camion a guida autonoma possono operare in

assenza di quelle che sono invece le maggiori criticità presenti su strada: presenza di altri veicoli, interpretazione della segnaletica, capacità di risposta a pericoli inattesi.

Un'altra promettente possibilità di penetrazione nell'edilizia per i produttori di robot è offerta dagli esoscheletri, ovvero degli ausili wearable che agevolano il compimento di alcune operazioni da parte di chi li indossa (per esempio il sollevamento di oggetti pesanti, o il mantenimento delle braccia alzate oltre il livello delle spalle).

Questi ausili non sono veri e propri robot perché non sono azionati da motori ma semplicemente da molle pretensionate, e possono quindi essere considerate alla stregua di altri "semplici" strumenti in dotazione ai lavoratori dell'edilizia. Nonostante la presenza di alcuni esempi di successo, la robotizzazione del cantiere edile è comunque ancora abbastanza lontana nel tempo, proprio a causa della complessità del prodotto finale, ovvero l'edificio.

Azioni singole possono essere svolte con efficienza e rapidità ma i costi connessi allo sviluppo e utilizzo di apparecchi robotici stridono con le possibilità di investimento della maggior parte delle imprese di costruzione. Alcune operazioni, soprattutto nei grandi cantieri (dove quindi il numero di reiterazioni è elevato) possono già essere svolte da robot, ma il grosso delle operazioni on site, almeno per i prossimi decenni, saranno ancora svolte manualmente.