

GIORGIO BUTTAZZO

PROGRAMMI E ROBOT:
TASSONOMIA ED EVOLUZIONE

ESTRATTO

da

ACCADEMIA TOSCANA DI SCIENZE
E LETTERE «LA COLOMBARIA»
ATTI E MEMORIE
Vol. LXXXII. 2017 (N.S. - LXVIII)

ISSN 0392-0836

ISBN 978 88 222 6577 7



Leo S. Olschki Editore
Firenze

Con il progredire della tecnologia, le macchine automatiche sono diventate più complesse e in grado di interagire con l'uomo e con l'ambiente in modo sempre più sofisticato. Di conseguenza, la distinzione tra una macchina automatica e un robot è diventata sempre più sottile, in quanto oggi molti dispositivi elettromeccanici possiedono sensori, attuatori e unità di controllo a microprocessore, ossia gli elementi essenziali di un robot.

Inoltre, con l'avvento della realtà virtuale, una macchina complessa può essere descritta attraverso dettagliati modelli matematici che consentono di simularne il comportamento con un elevato livello di realismo, rendendo la distinzione tra "programma" e "robot" ancora più sfumata.

Con l'innalzamento del livello di autonomia e di interazione con l'uomo, si pongono nuovi problemi di tipo etico. Infatti, in particolari condizioni critiche, tali sistemi potrebbero dover prendere delle decisioni che potrebbero danneggiare o favorire alcune persone anziché altre, a seconda di come viene realizzato l'algoritmo di controllo.

Il problema di codificare l'etica in una macchina diventa ancora più intricato e complesso da affrontare nel momento in cui il comportamento del sistema non sia completamente programmato a priori, ma scaturisca da un processo di apprendimento automatico, che nella maggior parte dei casi è imprevedibile.

Questa presentazione ha l'obiettivo di far luce sull'argomento, fornendo gli elementi di base che consentono di caratterizzare e distinguere diverse tipologie di sistemi autonomi. Inoltre verranno forniti degli spunti di riflessione allo scopo di identificare i problemi principali da affrontare nella progettazione di macchine etiche.

1. INTRODUZIONE

I grandi successi della robotica ottenuti dagli anni sessanta ad oggi sono stati ottenuti prevalentemente in campo industriale, e in particolare nel settore manifatturiero, in cui un robot è tipicamente utilizzato in operazioni di movimentazione di pezzi, assemblaggio di parti meccaniche, verniciatura e controllo di qualità dei prodotti. In tali applicazioni, una stazione robotica consiste in un braccio meccanico fissato su una base rigida e dotato di uno strumento terminale (*end-effector*) adatto allo svolgimento del compito assegnato a quella stazione. I pezzi sui quali il robot deve operare arrivano

solitamente attraverso un nastro trasportatore e si fermano in posizioni prestabilite. L'ambiente è altamente strutturato e può prevedere diverse tipologie di sensori collocati in posizioni strategiche al fine di rilevare la presenza di oggetti, misurare la loro posizione, dimensione o altre caratteristiche rilevanti per l'operazione da effettuare.

Grazie all'evoluzione della tecnologia dei sensori e degli attuatori, e soprattutto ai progressi dell'ingegneria informatica, i robot sono diventati capaci di muoversi e in grado di percepire lo spazio circostante, ad esempio per trasportare materiale da un punto all'altro della fabbrica, seguendo traiettorie prestabilite ed evitando potenziali ostacoli imprevisti.

Con il progredire delle tecniche di controllo e dell'intelligenza artificiale, i robot sono diventati sempre più flessibili e affidabili, tanto da cominciare ad essere impiegati al di fuori della fabbrica, in ambienti meno strutturati, quali campagne e ospedali. Oggi la robotica viene utilizzata per applicazioni come lo sminamento, la difesa del territorio, la protezione civile, l'agricoltura di precisione (semina, trattamento, raccolta), e le operazioni chirurgiche su particolari organi (cervello, cuore, prostata, ginocchio).

Rispetto al classico impegno industriale, in cui si controlla solo la *posizione* dell'end-effector, i robot che operano al di fuori di una fabbrica devono avere una maggiore capacità di interazione con l'uomo e con l'ambiente, gestendo potenziali contatti in modo sicuro e affidabile. Essi devono quindi essere in grado di controllare la *forza* esercitata sull'ambiente. Ciò avviene dotando il robot di opportuni sensori di forza/coppia sui giunti e sull'end-effector e inserendo algoritmi di controllo appropriati per la gestione del contatto. Quando l'interazione con l'uomo diventa molto stretta e continua, il controllo di forza non è sufficiente a garantire una sicurezza per l'uomo, ma è necessario che i robot siano progettati in modo da offrire una maggiore *cedevolezza* meccanica ai contatti imprevisti, utilizzando attuatori innovativi meno rigidi di quelli attuali.

Nei prossimi anni (da oggi al 2030) si prevede che i robot cominceranno ad essere utilizzati nelle case per lo svolgimento di attività domestiche (pulizia, giardinaggio, cucina) o di assistenza agli anziani (ausilio alla movimentazione e intrattenimento) e, successivamente, nelle città (controllo delle infrazioni, raccolta di spazzatura, veicoli autonomi, manutenzione stradale).

La Figura 1 illustra schematicamente l'espansione dei domini applicativi della robotica, dalla fabbrica alle campagne, gli ospedali, fino ad arrivare agli ambienti più "complessi", quali case e città, in cui le situazioni impreviste sono molteplici e le capacità di riconoscimento e di interazione da parte del robot devono essere molto più sofisticate.



Fig. 1. Espansione dei domini applicativi della robotica nel tempo, dalla fabbrica ad ambienti sempre meno strutturati e complessi, come ospedali, campagne, case e città.

Si noti che la *diffusione* della robotica verso nuovi domini applicativi, viaggia di pari passo con altre due tendenze che si possono osservare in tale processo evolutivo: le maggiori capacità di *interazione* con il mondo e la *diversificazione* dei robot, progettati appositamente per soddisfare al meglio i requisiti imposti dall'ambiente operativo. Dunque si osservano le seguenti tendenze nel processo evolutivo della robotica moderna:

- **Diffusione:** aumento dei settori applicativi conseguente al miglioramento delle capacità di lavorare in ambienti sempre meno strutturati.
- **Interazione:** migliore capacità di controllare la forza e le situazioni impreviste, al fine di interagire con l'uomo e con l'ambiente in modo più sicuro e affidabile.
- **Diversificazione:** sviluppo di nuove tipologie di robot, con forme e funzionalità notevolmente diverse, progettate per meglio adattarsi ai requisiti imposti dall'ambiente operativo.

La Figura 2 illustra alcuni esempi di robot con struttura e funzionalità differenti, progettati per meglio eseguire compiti notevolmente diversi in ambienti specifici.



Fig. 2. Esempi di diverse tipologie di robot appositamente progettate per meglio soddisfare i requisiti imposti dall'ambiente operativo.

Considerata la grande diversità tra i vari sistemi robotici esistenti, quali sono le proprietà che caratterizzano un robot? Cosa differenzia un robot da una macchina utensile automatica? Cosa lo differenzia da un computer? Per rispondere a queste domande occorre dare qualche definizione.

2. DEFINIZIONI E TASSONOMIA

Mentre un **computer** può essere definito come un sistema in grado di **elaborare** informazioni e di interagire con l'uomo sulla base di una sequenza di istruzioni (programma), la proprietà più rilevante per un **robot** è senza dubbio la sua capacità di **interagire** con il mondo, e in particolare con l'uomo e con l'ambiente. Ma anche una moderna pressa automatica è programmabile e interagisce con l'ambiente (gli oggetti che comprime), ma non rappresenta certo quello che possiamo considerare un robot. Perché una pressa è in grado di fare una sola cosa: comprimere. Al contrario, un robot è in grado di essere programmato per compiere lavori diversi, come montare, smontare, spostare, ruotare, verniciare, ecc.

Dunque un **robot** può essere definito come *un sistema in grado di elaborare informazioni e di interagire con l'uomo e con l'ambiente per svolgere compiti diversi specificati attraverso un programma*. La Figura 3 illustra questo concetto in modo schematico.

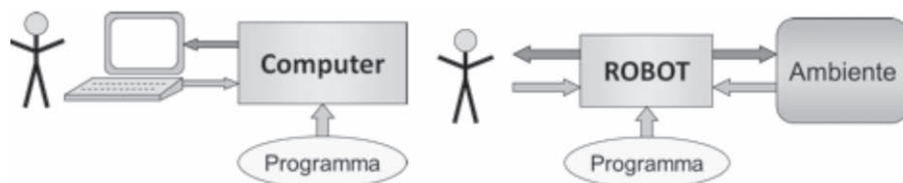


Fig. 3. Ciò che differenzia un robot da un computer è la capacità di interagire con l'ambiente.

Data la sua capacità di elaborare sotto il controllo di un programma, un robot può anche essere visto come un computer dotato di apparati atti ad interagire con l'ambiente. Mentre l'interazione con l'**uomo** avviene mediante monitor, tastiera e mouse (oppure microfono e altoparlanti, nel caso di interazione vocale), l'interazione con l'ambiente avviene mediante sensori e attuatori, come illustrato in Figura 4.

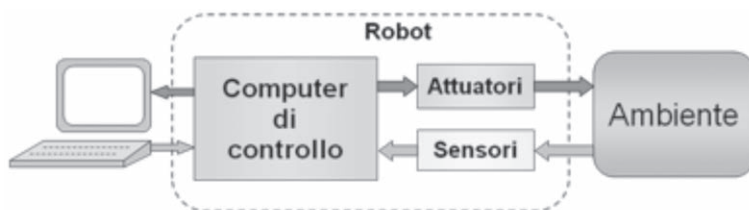


Fig. 4. Il robot interagisce con l'ambiente attraverso sensori e attuatori.

I **sensori** forniscono dati sullo stato dell'ambiente. Ad esempio, telecamere, microfoni, fotocellule, e termocoppie forniscono rispettivamente immagini, segnali audio, luminosità e temperatura. Opportunamente elaborati, i dati estratti dai sensori possono essere utilizzati dal robot per effettuare determinate azioni sull'ambiente. È importante distinguere tra *sensori propriocettivi*, che misurano lo stato interno del robot, e *sensori esteroceettivi*, che misurano variabili di stato dell'ambiente. Esempi di sensori propriocettivi sono gli encoder angolari per la misura della posizione e della velocità dei giunti. Esempi di sensori esteroceettivi sono le telecamere o i sensori di prossimità per la misura di distanza.

Gli **attuatori** sono gli strumenti che consentono di muovere le varie parti del robot al fine di modificare l'ambiente. Esempi di attuatori sono i motori elettrici, i pistoni idraulici o pneumatici controllati da elettrovalvole.

La Figura 5 mostra un esempio di robot industriale costituito da un braccio manipolatore e da una telecamera. Ogni giunto integra un motore

in corrente continua e un encoder per rilevare la sua posizione e velocità angolare. Il modulo denominato “Controllore” contiene tutta l’elettronica necessaria per acquisire le immagini dalla telecamera e controllare i motori all’interno dei giunti.

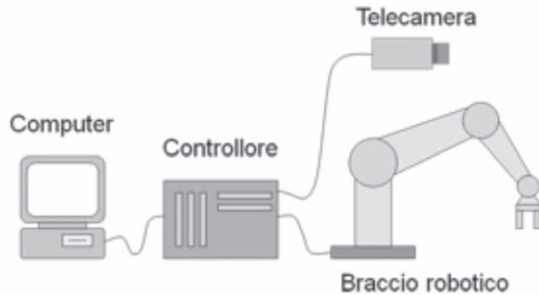


Fig. 5. Esempio di robot industriale costituito da un braccio manipolatore e da una telecamera.

A seconda del livello di interazione con l’ambiente, è possibile classificare i robot in 4 categorie:

1. **Tipo 1 (Controllo di posizione).** I robot in questa categoria sono privi di sensori esterocezionali e pertanto non sono in grado di percepire l’ambiente. Essi possiedono solo attuatori e i corrispondenti sensori propriocettivi necessari al controllo di posizione e velocità dei giunti o delle ruote. Tipicamente il robot è controllato in modo da portare l’end-effector in posizioni (e orientazioni) prestabilite da un programma con velocità desiderate, ma non è in grado di controllare le forze esercitate durante il contatto. Appartengono a questa categoria i robot per la movimentazione o la verniciatura di pezzi, la cui posizione viene assunta nota e garantita dall’infrastruttura in cui essi operano. Tali robot operano in zone protette in quanto possono causare gravi danni all’uomo in caso di contatti imprevisti.

2. **Tipo 2 (Controllo visivo).** Tali robot sono in grado di percepire l’ambiente grazie a sensori esterocezionali (tipicamente telecamere e sensori di prossimità). Essi utilizzano sistemi di visione artificiale per determinare la posizione degli oggetti da afferrare e pianificare la traiettoria dell’end-effector in funzione della posizione calcolata. Tali robot possono anche rilevare ostacoli e ripianificare la traiettoria per evitarli, ma non possono gestire il contatto con essi a causa della mancanza di sensori di forza. L’interazione con l’uomo non risulta pertanto sicura.

3. **Tipo 3 (Controllo di forza).** Tali robot sono in grado di controllare anche le forze esercitate sull’ambiente per gestire il contatto con ostacoli imprevisti, ma solo parzialmente. Tipicamente le forze controllate sono

quelle che agiscono sull'end-effector. Poiché i controlli di posizione e forza possono talvolta essere in conflitto tra loro, essi vengono di solito attuati su gradi di libertà o direzioni differenti (controllo ibrido). Ad esempio, è possibile controllare l'end-effector in modo che si muova lungo una traiettoria tangente ad una superficie ed eserciti una forza desiderata lungo la normale a tale superficie. Di solito, il controllo di forza è limitato all'end-effector, pertanto tali robot non sono in grado di gestire gli urti su aree non sensorizzate e quindi non sono totalmente sicuri per l'interazione con l'uomo.

4. **Tipo 4 (Controllo di compliance).** Tali robot sono progettati per essere cedevoli in caso di contatti impreveduti. La cedevolezza è ottenuta sia a livello hardware, attraverso l'uso di attuatori opportuni meno rigidi di quelli tradizionali, sia a livello software, per mezzo di algoritmi di controllo che sfruttano sensori di coppia montati direttamente all'interno dei giunti del robot, realizzando quello che viene chiamato *controllo di compliance*.

Similmente, a seconda del livello di interazione con l'uomo, è possibile distinguere tre situazioni diverse:

- **Tipo A (Interazione fisica assente).** L'interazione tra uomo e robot avviene per mezzo di interfacce che evitano il contatto fisico. L'interfaccia consente all'uomo da un lato di impartire comandi al robot e dall'altro di visualizzare lo stato del sistema e le operazioni eseguite.

- **Tipo B (Interazione fisica mediata).** L'uomo interagisce con il robot mediante contatto fisico, ma solo in determinate circostanze e per un tempo limitato. Un caso di interazione parziale è, ad esempio, il passaggio di un oggetto dalla mano dell'uomo alla pinza del robot, o viceversa. Un altro esempio è il trasporto collaborativo di un oggetto pesante sorretto sia dall'uomo che dal robot. In questi esempi lo scambio di forze tra uomo e robot avviene per mezzo di un terzo oggetto.

- **Tipo C (Interazione fisica diretta).** L'uomo e il robot sono in contatto fisico continuo. Un esempio di interazione continua è dato dall'esoscheletro robotico, che viene letteralmente indossato dall'uomo al fine di amplificare la forza degli arti. Un altro esempio è un uomo all'interno di un veicolo a guida autonoma.

La Figura 6 riporta uno schema sintetico che riassume le varie tipologie di robot in funzione delle interazioni con l'uomo e con l'ambiente. Ad esempio, un'automobile a guida autonoma con passeggeri ha un'interazione di tipo C3, in quanto è controllata mediante sistemi di visione artificiale e i passeggeri sono continuamente a contatto con essa, poiché all'interno dell'abitacolo. Un esoscheletro per l'amplificazione di forza risulta di tipo C5. Un robot domestico come SpotMini della Boston Dynamics risulta di tipo B3-B5 a seconda dei sensori montati.

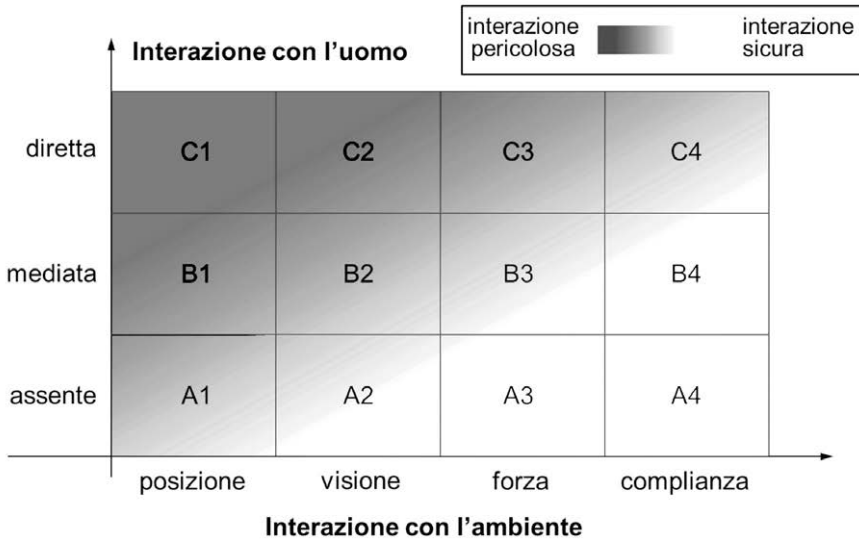


Fig. 6. Tipologie di robot in funzione delle interazioni con l'uomo e con l'ambiente.

NUOVE PROBLEMATICHE

Per quanto l'interazione tra uomo e robot possa essere controllata efficacemente, le nuove applicazioni robotiche introducono inevitabilmente problematiche prima inesistenti. Ad esempio, di chi è la responsabilità se un essere umano viene ferito da un robot a causa di un comportamento correttamente programmato per situazioni "normali", che però si rivela dannoso in situazioni non previste? Di chi è la responsabilità per un danno causato da mancato intervento?

Con l'avvento delle auto a guida autonoma i problemi diventano ancora più complessi, in quanto l'uomo è dentro il robot, creando un'interazione fisica continua (Tipo C).

Il 7 Maggio 2016, Joshua Brown è stato vittima di un incidente mortale mentre era alla guida della sua Tesla S a guida autonoma nei pressi di Williston, Florida (USA). Un TIR che viaggiava sulla corsia opposta ha attraversato la doppia linea gialla per svoltare a sinistra. Il sistema di visione non lo ha rilevato e la Tesla si è scontrata contro il TIR, causando la morte di Brown.

La casa automobilistica ha spiegato che l'incidente sarebbe stato causato dal cielo troppo luminoso e dal fatto che il camion fosse bianco. Inoltre, Joshua Brown avrebbe dovuto vedere il camion e intervenire sui comandi

per evitare l'impatto. Perché non l'ha fatto? Le indagini indicherebbero che Brown stesse guardando un film al momento dell'incidente. Tesla, definisce il pilota automatico un sistema di assistenza alla guida, non un sostituto alla stessa, pertanto il conducente è tenuto a mantenere il controllo dell'automobile ed è "responsabile del veicolo durante l'utilizzo" [1].

Lo standard internazionale J3016 [2] definito dalla Society of Automotive Engineers (SAE) distingue 6 diversi livelli di autonomia per gli autoveicoli, sinteticamente illustrati in Figura 7.

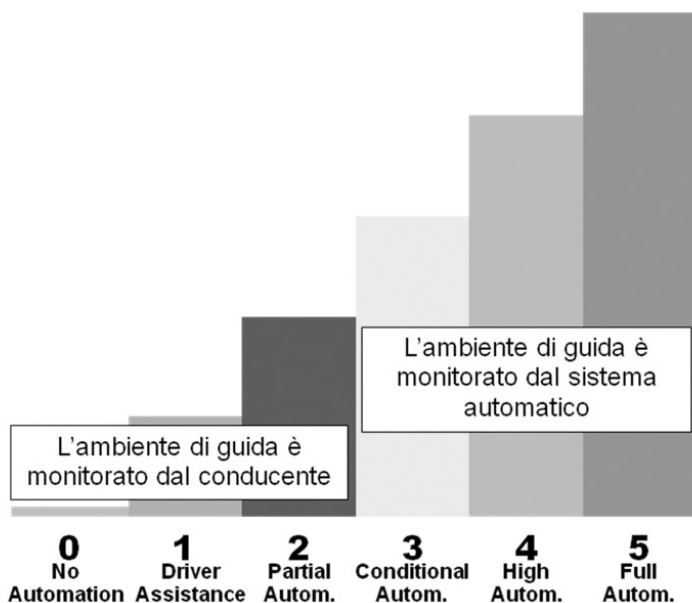


Fig. 7. Livelli di autonomia nei veicoli autonomi secondo lo standard SAE J3016.

- **Livello 0 (No automation):** L'auto è interamente controllata dal conducente, anche in presenza di spie o allarmi.
- **Livello 1 (Driver Assistance):** Sono presenti alcune funzioni di assistenza alla guida (ad esempio servosterzo, ABS, cruise control). Tali funzioni non utilizzano informazioni sull'ambiente esterno, ma unicamente dati prelevati dal veicolo.
- **Livello 2 (Partial Automation):** Sono presenti alcune funzioni di assistenza alla guida che utilizzano informazioni sull'ambiente esterno (ad esempio, procedure di parcheggio automatico che elaborano immagini provenienti da una telecamera).
- **Livello 3 (Conditional Automation):** Automazione di tutte le funzioni di guida, sotto la supervisione del conducente.

- **Livello 4 (High Automation):** Automazione di tutte le funzioni di guida, con interventi parziali del conducente.
- **Livello 5 (Full Automation):** Automazione di tutte le funzioni di guida senza alcun intervento del conducente.

Si osservi che nei primi tre livelli di autonomia l'ambiente di guida è monitorato interamente dal conducente, mentre nei livelli successivi l'ambiente è monitorato dal sistema automatico. Il sistema installato sulla Tesla S è di Livello 3, ossia automatizza tutte le funzioni di guida, ma richiede la supervisione del conducente.

Nel prossimo futuro, i veicoli autonomi e più in generale i robot si troveranno a dover prendere decisioni che potrebbero aiutare o danneggiare gli esseri umani, oppure danneggiare alcune persone anziché altre. In tali situazioni, è importante fornire al robot le informazioni e le regole necessarie per poter prendere decisioni che siano corrette non solo **tecnicamente**, ma anche **eticamente**.

Questo problema solleva interrogativi importanti a cui dovremo rispondere quanto prima. Alcuni esempi:

- Un drone militare dovrebbe rinunciare ad attaccare un bersaglio per assistere un soldato, anche se il mancato attacco potrebbe causare un grave pericolo per il soldato stesso?
- Un'auto senza conducente dovrebbe sterzare per evitare un pedone se questo significa investire un veicolo con più occupanti?
- Un vagone minaccia di investire dei bambini ignari e l'unico modo per evitare l'incidente è deviarlo azionando uno scambio, investendo però un uomo che si trova sulla traiettoria: È meglio sacrificare una vita per salvarne molte azionando lo scambio?

L'analisi di questi scenari complessi ha portato alla nascita di un nuovo campo di ricerca noto come **Etica delle macchine** [3], il cui obiettivo è quello di fornire alle macchine gli strumenti per prendere decisioni appropriate in situazioni difficili. Più che fornire soluzioni, tale ricerca finora ha generato nuove domande, tra cui:

- Come sarà possibile istruire un robot per decidere tra due cattive scelte?
- Possiamo permetterci di non provare ad affrontare il problema?
- Possiamo fidarci di tali robot?

In generale, ogni situazione critica comporta la scelta tra più azioni e ogni azione comporta conseguenze diverse. Al fine di effettuare una scelta tra diverse azioni possibili è necessario valutare tali conseguenze sotto vari aspetti, incluso quello etico.

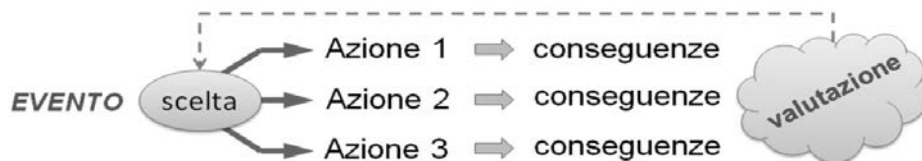


Fig. 8. La scelta di un'azione richiede la valutazione delle sue conseguenze.

4. COME FORNIRE PRINCIPI ETICI AD UN ROBOT?

Qualsiasi sia il metodo che verrà utilizzato per fornire dei principi etici ad un robot, inevitabilmente la sua progettazione richiederà una stretta collaborazione tra informatici e filosofi. Dal punto di vista metodologico, ci sono due possibili approcci da perseguire per creare un robot etico [4]:

1. **Top-Down**: consiste nel definire un insieme specifico di regole da codificare in un algoritmo finalizzato a massimizzare una funzione obiettivo (per esempio, il beneficio per l'uomo).

2. **Bottom-up**: consiste nel lasciare che il robot impari da numerosi esempi utilizzando tecniche di apprendimento automatico (machine learning).

Purtroppo entrambi gli approcci hanno dei punti deboli. L'approccio Top-Down presenta due problemi principali:

1. **Non è facile trovare regole etiche appropriate**. Ogni legge morale, anche semplice, ha una miriade di eccezioni e contro-esempi. Ad esempio: un robot potrebbe decidere di massimizzare la felicità prelevando degli organi da un uomo sano per salvarne cinque!

2. **I problemi morali sono vaghi e difficili da codificare** in un programma. Patrick Lin ha osservato che *“L'etica può non essere internamente coerente e quindi è impossibile ridurla in programmi. L'intero sistema potrebbe bloccarsi quando incontra paradossi o conflitti irrisolvibili”*.

L'approccio Bottom-Up prevede invece l'utilizzo di tecniche di **apprendimento automatico** (machine learning) per insegnare ad un robot a rispondere a diverse situazioni in modo da arrivare ad un risultato etico. Questo metodo è simile a quello utilizzato dagli esseri umani per imparare la morale.

Negli ultimi dieci anni, le reti neurali artificiali hanno fatto dei progressi enormi nel campo dell'apprendimento automatico e oggi esistono robot capaci di apprendere compiti complessi attraverso esempi o sulla base dei propri errori.

Susan Anderson (filosofa presso l'Università del Connecticut) e suo marito Michael Anderson (informatico all'Università di Hartford) sviluppano robot per l'assistenza etica agli anziani. Essi hanno verificato che un robot addestrato a fornire una risposta morale in 4 scenari specifici è in

grado di generalizzare a prendere decisioni etiche adeguate in altri 14 casi, anche in situazioni ambigue [5].

Uno tra i maggiori problemi dei metodi neurali è che i principi che emergono non sono scritti in un codice, pertanto non c'è modo di sapere perché il robot abbia preso una particolare decisione etica.

Alcuni ricercatori sostengono che coscienza, intenzionalità e libero arbitrio sono caratteristiche essenziali per prendere buone decisioni etiche. Ma è proprio vero? Un computer che gioca a scacchi non ha coscienza, intenzionalità e libero arbitrio, ma è in grado di fare scelte migliori di un essere umano. Quello che sembra cruciale è che un robot riceva tutte le informazioni necessarie e le elabori in modo accettabile.

Per sviscerare ulteriormente il problema, consideriamo il seguente scenario in un prossimo futuro:

un uomo ubriaco cammina lungo un marciapiede, cade sulla strada e un'auto senza conducente lo investe, uccidendolo all'istante.

La ricostruzione dell'incidente fatta con i sensori di bordo rivela che l'auto non ha avuto il tempo di frenare. La famiglia della vittima fa causa al costruttore, sostenendo che, anche se la macchina non ha avuto il tempo di frenare, avrebbe potuto deviare nella corsia opposta, in quel momento vuota, attraversando la doppia linea gialla. L'avvocato chiede al progettista software: *“Perché la macchina non ha deviato sulla corsia opposta?”*

Oggi nessun tribunale chiede ad un conducente perché fa qualcosa in un momento critico prima di un incidente. Si assume che abbia agito d'istinto. Ma quando alla guida c'è un robot, *“perché?”* diventa una domanda lecita, in quanto ogni decisione presa da un robot è codificata in un **programma software** che segue una precisa strategia.

Nell'esempio considerato il progettista risponde: *“L'algoritmo è scritto per rispettare la legge e quindi per non oltrepassare la doppia linea gialla.”*

Un aspetto importante in questi casi è che una persona di buon senso sa quando **trasgredire la legge**, al fine di onorare lo spirito della legge. Ciò che gli ingegneri devono ora fare è insegnare ai robot gli elementi di **buon senso**.

In questo caso, spetterebbe allo sviluppatore software decidere quando è sicuro attraversare la doppia linea gialla. Gli ingegneri dovranno decidere in fase di progetto **il livello di confidenza per infrangere una regola**. Tale soglia sarà diversa se l'auto sta cercando di evitare un sacchetto di plastica o un pedone.

Già oggi, Google permette ai suoi veicoli autonomi di superare il limite di velocità per tenere il passo con il traffico [6], poiché andare più lentamente sarebbe più pericoloso. La maggior parte delle persone favorisce altre situazioni, come ad esempio in un viaggio di emergenza in ospedale.

I conducenti sembrano considerare la **legge come un costo** che può essere negoziato quando una leggera trasgressione consente di guadagnare del tempo. Ad esempio, nessuno vorrebbe rimanere bloccato dietro un ciclista per 10 minuti solo perché l'auto si rifiuta di passare per pochi secondi sopra la doppia linea gialla per superarlo.

Anche se si rispetta la legge, ci sono tante situazioni sottili. Ad esempio, la legge non dice esplicitamente come un veicolo deve posizionarsi all'interno di una corsia. In un brevetto del 2014, Google descrive come un veicolo autonomo su strada a tre corsie con un camion a destra e un'auto a sinistra, per ottimizzare la propria sicurezza, si posizionerebbe più vicino all'auto. Ciò sembra ragionevole, eppure, solleva problemi etici. Spostandosi verso l'auto piccola, il rischio totale è minore, ma esso è distribuito in modo iniquo. È giusto che il rischio per un'auto sia maggiore solo perché essa è più piccola? Se tale decisione riguarda un singolo guidatore, esso non ha grande importanza, ma se è stata codificata in tutte le auto senza conducente, le conseguenze sono amplificate.

CONCLUSIONI

Alcuni sostengono che l'etica dei veicoli autonomi è un problema risolvibile, perché in altri campi la gestione dei rischi è avvenuta in modo sicuro e ragionevole. Ad esempio, gli organi donati sono distribuiti ai malati sulla base di metriche basate sulla disabilità e qualità della vita, tra le altre variabili. La leva militare ha aggiunto esenzioni per determinate professioni utili, come l'agricoltore e l'insegnante.

I veicoli automatici devono affrontare una sfida più grande. Essi devono **decidere in fretta**, con **informazioni incomplete**, in situazioni che i programmatori spesso non hanno considerato, con comportamenti etici che devono essere codificati nel software fin troppo alla lettera.

Fortunatamente, il pubblico non si aspetta una saggezza sovrumana, ma piuttosto una giustificazione razionale per le azioni di un veicolo che considera le implicazioni etiche. Una soluzione non deve essere perfetta, ma ragionata e difendibile.

Che ci piaccia o no, l'avvento dei robot autonomi ci costringe a fornire loro capacità decisionali di tipo etico. L'etica nella robotica non può essere evitata!

Wendell Wallach, autore del libro "Moral Machines" [7], sostiene che come i computer hanno contribuito ad avanzare la comprensione della mente, la stessa cosa avverrà per lo studio dell'etica.

Patrick Lin, autore del libro "Robot Ethics" [8], dice: "*Pensare a come i robot dovrebbero comportarsi è un esercizio di ricerca su come gli esseri umani dovrebbero comportarsi. È un modo per noi di conoscere noi stessi*".