

La robotica sposa la sostenibilità: due esempi dal Politecnico di Torino

*Original*

La robotica sposa la sostenibilità: due esempi dal Politecnico di Torino / Quaglia, Giuseppe; Carbonari, Luca; Botta, Andrea; Cavallone, Paride; Visconte, Carmen. - ELETTRONICO. - (2021).

*Availability:*

This version is available at: 11583/2869646 since: 2021-02-09T09:28:16Z

*Publisher:*

*Published*

DOI:

*Terms of use:*

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

*Publisher copyright*

(Article begins on next page)

# Robotica e sostenibilità

Giuseppe Quaglia, Luca Carbonari, Andrea Botta, Paride Cavallone, Carmen Visconte, Luigi Tagliavini

Politecnico di Torino

Contatto: giuseppe.quaglia@polito.it

L'evoluzione tecnologica della robotica, sia industriale che di servizio, sta considerando come elemento imprescindibile la sostenibilità intesa nel suo significato più ampio, rappresentato dai Sustainable Development Goals (SDG), UN 2030 Agenda? Vi sono esempi di tecnologie e applicazioni robotiche che contribuiscono alla sostenibilità?

Partendo da queste domande è possibile argomentare alcune riflessioni che delincono il tema, sia nel contesto attuale sia come linee di sviluppo future. Sono necessarie due premesse: la prima dedicata ad un inquadramento del tema degli obiettivi di sviluppo sostenibile, SDG, così come definiti dalle Nazioni Unite, la seconda dedicata allo stato attuale della robotica ed alle previsioni di sviluppo, così come evidenziate nei report dell'IFR, International Federation of Robotics

## Sustainable Development Goals

Il termine "Sostenibilità" è sempre più presente nel lessico della politica, della ricerca, delle attività industriali, della divulgazione e comunicazione, ma come spesso accade le parole molto usate rischiano di diventare luoghi comuni o ritornelli di cui si prede il senso profondo. La prima definizione di "Sviluppo Sostenibile" è apparsa nel 1987 nel report (1) della UN World Commission WCED: "Lo sviluppo sostenibile è lo sviluppo che soddisfa le esigenze del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare le proprie esigenze". A questo primo passo, sono seguite varie UN Conferences, fino a giungere al Summit delle Nazioni Unite che nel 2015 ha adottato i 17 obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG), come parte dell'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile, che prevedeva un piano quindicennale per raggiungere gli obiettivi (2).



Questi obiettivi, di altissimo profilo e con una visione planetaria, aiutano a chiarire il concetto di sostenibilità, ponendo dei traguardi da raggiungere. Essi riguardano aree di estrema importanza per l'umanità ed il pianeta, quali la prosperità, la pace e la collaborazione. Per prosperità si intende una

condizione in cui gli tutti gli esseri umani possono godere di vite appaganti, in cui il progresso tecnologico, economico e sociale avviene in armonia con la natura. La pace si riferisce a società giuste, pacifiche ed inclusive, libere dalla paura e dalla violenza. La collaborazione è basata sullo spirito rafforzato di solidarietà globale, focalizzato in particolare sui bisogni dei più poveri e vulnerabili.

L'emergenza pandemica in atto a seguito della diffusione della malattia COVID-19 rende ancora più evidente come la collaborazione ed in generale una visione d'insieme siano indispensabili per affrontare i bisogni più importanti dell'umanità.

Ognuno degli SDG è articolato in una serie di obiettivi specifici o target, 169 in totale, che indicano chiare linee di sviluppo e che potranno essere monitorati attraverso 240 indicatori. In questa sede non è possibile sintetizzare tutti i contenuti, ma alcuni richiami possono essere significativi, per poi declinare lo sviluppo tecnologico nello specifico del mondo della robotica e della sostenibilità.

L'obiettivo 3, salute e benessere, nel target 3.8 sottolinea la necessità di raggiungere una copertura sanitaria universale, così come una medicina di qualità ed accessibile.

Nell'ambito dell'obiettivo 7, energia accessibile e pulita, il target 7.2 fa riferimento alla necessaria crescita dell'uso delle energie rinnovabili ed il 7.3 all'aumento dell'efficienza energetica.

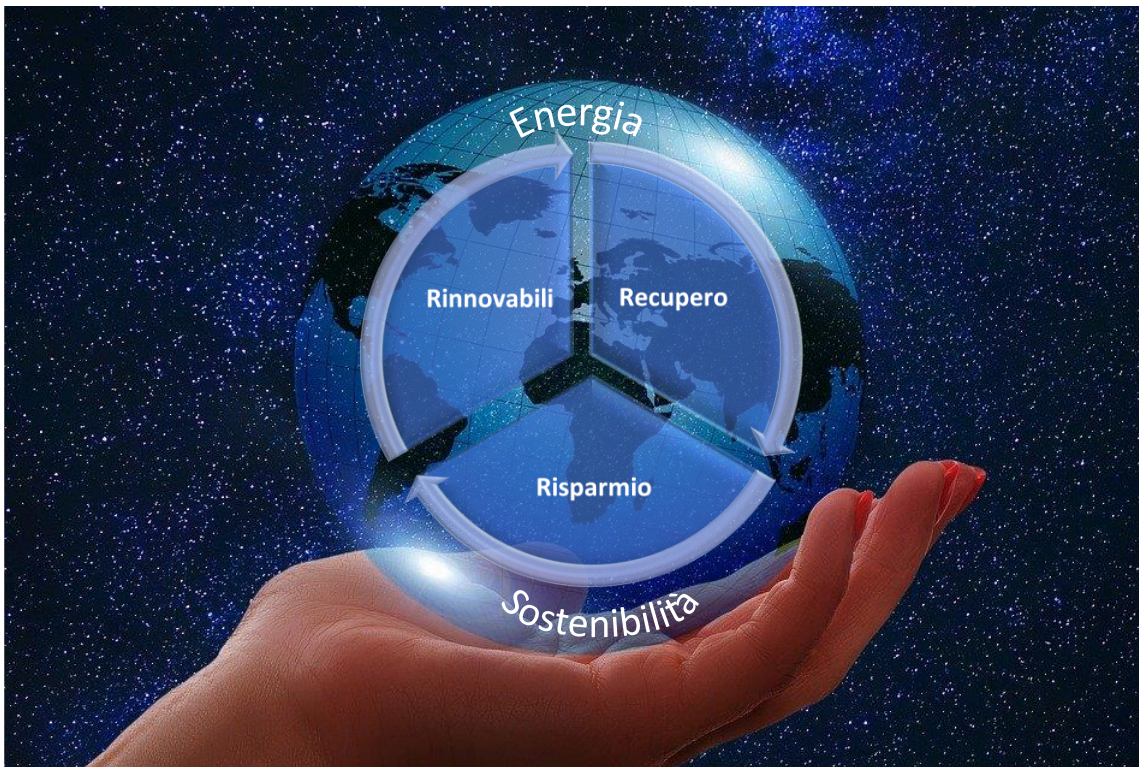
L'obiettivo 8, dedicato al lavoro ed all'economia, richiama nel target 8.2 la necessità di crescita tecnologica ed innovazione e nel target 8.8 il diritto dei lavoratori ad un ambiente di lavoro sicuro e protetto

Infine, L'obiettivo 9, focalizzato su industria, innovazione ed infrastrutture, sollecita nel target 9.2 la promozione di una industrializzazione sostenibile ed inclusiva e nel target 9.5 di accrescere la ricerca scientifica e le capacità tecnologiche in tutte le nazioni.

Lo sviluppo tecnologico della robotica può contribuire attivamente al raggiungimento di molti di obiettivi ed essere uno dei numerosi strumenti a disposizione per raggiungere il risultato.

In definitiva i diciassette SDG portano ad osservare il nostro pianeta nel suo insieme, come un sistema chiuso in cui non è possibile una crescita infinita, ma dove è possibile pensare ad uno sviluppo sostenibile ed armonico.

La disponibilità di energia è necessaria per questo sviluppo, ma deve essere posta in un'ottica circolare, in cui le parole chiave risparmio e recupero energetico, unitamente all'uso delle energie rinnovabili, consentono il raggiungimento di un equilibrio che consentirà anche alle generazioni future di vivere sul nostro pianeta e di soddisfare i loro bisogni.



### **International Federation of Robotics**

Per focalizzare il tema è utile riferirsi ai report redatti annualmente dall'International Federation of Robotics, IFR, (3).

Una prima importante classificazione dei robot li divide in robot industriali ed in robot di servizio.

I primi, gli industriali, si rivolgono principalmente ai settori industriali dei veicoli, dell'elettricità/elettronica, dei materiali metallici e dei macchinari, dei materiali plastici e chimici. Il numero di installazioni annue è cresciuto dal 2010 (circa 118.000 unità) al 2018 (414.000 unità), registrando poi una contrazione nel 2019 (373.000). Essi rappresentano un mercato maturo dal punto di vista tecnologico ed applicativo, ancorché in costante aggiornamento e sviluppo.

I secondi, robot di servizio, sono probabilmente l'ambito in cui l'innovazione tecnica e tecnologica troverà le forme più dinamiche di sviluppo.

I robot di servizio sono robot che eseguono attività utili per gli esseri umani o per le apparecchiature escluse le applicazioni di automazione industriale e sono suddivisi a seconda dell'uso, personale o professionale:

- un robot di servizio per uso personale è un robot di servizio utilizzato da persone comuni per un'attività non commerciale. Esempi sono il robot per uso domestico nella pulizia di superfici, vetri, piscine, nel taglio dell'erba e nella attività di sorveglianza; la sedia a rotelle robotizzata; il robot di assistenza alle persone anziane o con disabilità.
- Un robot di servizio per uso professionale è un robot di servizio utilizzato per un'attività commerciale, solitamente azionato da un operatore adeguatamente formato. Esempi sono robot dedicati all'agricoltura, robot di pulizia per luoghi pubblici, robot per le consegne in uffici o ospedali, robot antincendio, robot per la logistica ed il trasporto, robot per la riabilitazione e robot per chirurgia negli ospedali, robot per l'intervento in ambienti ostili e pericolosi. In questo contesto, un operatore è una persona designata per avviare, monitorare e arrestare l'operazione prevista di un robot o di un sistema robotico.

Alcuni dati, riportati nel report, con una stima del Compound Annual Growth Rate (CAGR) ovvero del tasso di crescita annuo medio previsto:

Robot di servizio professionale:

2019: 173.000 unità, + 32%

Potenziale sviluppo

2020: 240.000 unità, + 38%

2023: 537.000 unità, + 31% CAGR

Robot di servizio per lavori domestici:

2019: 18,6 milioni di unità, + 40%

Potenziale sviluppo

2020: 21,6 milioni di unità, + 16%

2023: 48,6 milioni di unità, + 31% CAGR

Robot di servizio per l'intrattenimento:

2019: 4,6 milioni di unità, + 13%

Potenziale sviluppo

2020: 5,1 milioni di unità, + 10%

2023: 6,7 milioni di unità, + 10% CAGR

Questi numeri mostrano come il settore della robotica di servizio sia di estremo interesse, ma come al contempo sia fondamentale indirizzare lo sviluppo tecnologico, considerando fortemente i SDG come linea guida.

### **Robotica di servizio e ricerca**

Per esemplificare come sia possibile trasformare i principi e gli obiettivi precedentemente esposti, in linee di ricerca che conducono allo sviluppo prima di prototipi e poi di prodotti, possono essere utilizzati due "casi studio" realizzati presso il Politecnico di Torino: il primo tratta di un robot mobile destinato all'agricoltura di precisione, Agri.q, correlato agli SDG 7, 12, 15; il secondo di una sedia a rotelle robotizzata, Wheelchair.q, dedicata al superamento delle barriere architettoniche ed al miglioramento della qualità della vita e del benessere delle persone con disabilità, SDG 3.

#### ***Robot Mobile Agri.q, destinato ad agricoltura di precisione***

Il Robot mobile AGRI.Q (4), è un UGV (Unmanned Ground Vehicle) con mobilità efficace ed efficiente su terreni agricoli sconnessi ed in forte pendenza, dotato di strumenti in grado di cooperare con diverse tecnologie al fine di mappare e monitorare l'effettivo andamento dei processi agricoli e di raccogliere campioni di foglie e suolo. È stato realizzato nel centro PIC4SeR, Politecnico Interdepartmental Centre For Service Robots, ed è destinato ad implementare le metodologie specifiche della cosiddetta agricoltura di precisione.

Agricoltura di precisione è una tecnica di gestione delle colture che impiega strumenti e tecnologie per “fare la cosa giusta, nel posto giusto al momento giusto”, con l’obiettivo di ottimizzare l’efficienza e la qualità e di migliorare la sostenibilità climatica e ambientale.



I requisiti di progetto che hanno indirizzato lo sviluppo del progetto, sono principalmente derivati dalle esigenze della viticoltura, ma consentono l’utilizzo del rover anche in altre tipologie di frutticoltura ed agricoltura.

I vigneti considerati hanno altezza dei filari compresa tra 0.5 e 2.5 m e distanza tra essi tra 1.5 e 2 m. Il terreno su cui il rover è destinato a muoversi può essere erboso o soggetto ad erpicatura, e la pendenza in aree collinari può essere anche del 35%.

Da questo ambiente derivano una serie di requisiti di progetto:

### SPECIFICHE MECCANICHE

- Ottima mobilità in terreni sconnessi
- Capacità di superare forti pendenze
- Dimensioni e peso ridotti

### SOSTENIBILITÀ

- Consumo energetico limitato
- Alta autonomia
- Pannelli solari

### SPECIFICHE OPERAZIONI

- Sistema di visione
- Sensorizzazione
- Collaborazione con droni
- Braccio robotico per raccolta campioni

Il rover ha un ingombro limitato ed una massa di soli 100 kg, per ridurre il consumo energetico e la compattazione del terreno. Il sistema di locomozione ad 8 ruote consente di ottenere una efficienza simile a quella dei veicoli a ruote ed una mobilità su terreni sconnessi simile a quella dei cingolati. Sono presenti quattro unità di locomozione, due nel modulo frontale e due nel modulo posteriore. Ogni unità ha 2 ruote, un meccanismo a bilanciere e un motoriduttore elettrico per la trasmissione del moto alle ruote.



La presenza dei bilancieri sulle unità di locomozione e di un asse di rollio posteriore consentono una corretta distribuzione del carico normale sulle ruote in presenza di irregolarità longitudinali e trasversali.

Il pannello superiore, realizzato attraverso l'utilizzo di pannelli fotovoltaici, ha una duplice funzione: piattaforma di atterraggio dei droni, che cooperano con il rover nelle attività di monitoraggio e superficie di captazione della radiazione solare. Per svolgere adeguatamente questi compiti il pannello è orientabile grazie a due gradi di libertà azionabili del telaio del rover.





Infine il robot è dotato di un braccio robotico collaborativo ad elevata destrezza (7 gradi di libertà) dedicato ad operazioni di campionamento e prelievo, ed il cui spazio di lavoro è espandibile grazie alla riconfigurazione di Agri.Q



In sintesi l'intero processo di progetto mira alla sostenibilità, consentendo di realizzare tecniche colturali dal minor impatto ambientale, implementando il concetto di risparmio energetico tramite la minimizzazione del peso e l'efficienza del sistema di locomozione, utilizzando per quanto possibile energie rinnovabili per il funzionamento del sistema, liberando l'uomo dalle attività ripetitive di monitoraggio, e lasciando quindi ad esso le funzioni di gestione e decisione.

### ***Robotica al servizio della disabilità***

Un numero consistente di persone, tra l'1% ed il 2% della popolazione, utilizza le carrozzine per la mobilità individuale. Il problema diventerà ancora più rilevante con l'invecchiamento della popolazione.

Le barriere architettoniche continuano a limitare la mobilità e l'accessibilità a edifici pubblici e privati. Per tutte queste ragioni è importante lo sviluppo di dispositivi che possano garantire una piena mobilità agli utenti, salire su scale e marciapiedi, muovendosi sia indoor che outdoor.



La carrozzina Wheelchair.Q05 (5) è un prototipo realizzato presso il Politecnico di Torino, che utilizza gli approcci tipici della robotica mobile per il riconoscimento degli ostacoli, per la gestione dei sottosistemi di attuazione e governo e per la locomozione.

Funziona grazie a due gruppi di locomozione a tre ruote, che consentono una mobilità efficiente su superfici piane e che permettono di implementare una sorta di "gruppo rotante" per il superamento di scale e scalini.

Il telaio articolato permette di adattarsi alla geometria degli ostacoli da superare, di filtrare le oscillazioni percepite dall'utente durante il moto sulle scale, di posizionare la seduta con l'inclinazione e l'assetto desiderato, in modo automatico.

Una forte attenzione è dedicata ai temi di sicurezza per cui la sedia è in grado di garantire comunque la stabilità e l'assenza di ribaltamento anche in caso di arresto di uno dei sistemi di locomozione, grazie alla presenza di un cingolo non motorizzato posto nella zona posteriore, la cui posizione è definita in funzione della geometria dell'ostacolo e della fase di superamento dello stesso.

Inoltre, tutto il progetto è stato fortemente indirizzato dalle tecniche di Human centered design, focalizzandosi su bisogni e requisiti dell'utente. L'utente deve percepire la sedia come sicura, il meno "visibile" possibile, semplice da utilizzare, confortevole.



Il panorama di applicazioni di robotica di servizio è amplissimo ed in continua evoluzione ed i due esempi citati non sono che spunti di riflessione, simbolici di un processo di correlazione tra bisogni e soluzioni, in un'ottica di sostenibilità.

In conclusione, la robotica ed in particolare la robotica di servizio, può rappresentare un ambito che offre importanti opportunità per rispondere a fondamentali bisogni dell'essere umano, dell'ambiente e della società. Devono al contempo essere poste tutte le attenzioni necessarie per la tutela della privacy, la sicurezza nell'uso delle tecnologie, il pieno governo delle tecnologie stesse e del loro impatto sia sugli utenti che sull'ambiente.

#### Bibliografia

(1) Report of the UN World Commission on Environment and Development: Our Common Future

Gro Harlem Brundtland Oslo, 20 March 1987

(2) <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>

(3) <https://ifr.org/>

(4) Design of a UGV Powered by Solar Energy for Precision Agriculture / Quaglia, Giuseppe; Visconte, Carmen; Scimmi, Leonardo Sabatino; Melchiorre, Matteo; Cavallone, Paride; Pastorelli, Stefano. - In: ROBOTICS. - ISSN 2218-6581. - 9:1(2020), p. 13.

(5) Design of a self-leveling cam mechanism for a stair climbing wheelchair / Quaglia, Giuseppe; Nisi, Matteo. - In: MECHANISM AND MACHINE THEORY. - ISSN 0094-114X. - STAMPA. - 112(2017), pp. 84-104.