



Automazione e Robotica: tra presente e futuro

Riunione del 28 Maggio 2024

Mariagrazia Dotoli

Introduzione. Nel corso della riunione del 28 maggio scorso, ho avuto il piacere, su invito del Presidente del Rotary Club Bari, Riccardo Amirante, di presentare la mia attività professionale nel campo dell'automazione e della robotica, discutendo l'evoluzione di queste tecnologie nel corso del tempo e le loro applicazioni attuali e future. Per mostrare come questi temi, apparentemente lontani dal Rotary, siano in realtà molto vicini alla missione e alla storia del Club, ho iniziato la mia relazione ricordando la stretta interconnessione tra Rotary e Nazioni Unite. Ho in particolare posto l'accento sulla forte corrispondenza tra la missione del Rotary e gli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'ONU, osservando come questi siano fortemente legati alle scienze ingegneristiche, tanto che il 4 marzo è stata indetta dalle Nazioni Unite la Giornata Mondiale dell'Ingegneria per lo Sviluppo Sostenibile.

Automazione. Ho quindi introdotto il tema dell'automazione a partire dalla sua definizione semantica: è



la branca dell'ingegneria che si prefigge di progettare sistemi automatici, dotati di sempre maggiore autonomia e capaci di svolgere compiti difficili o impossibili per l'uomo. In altri termini, l'automazione è l'insieme di tecniche che, agendo opportunamente su particolari congegni, macchinari, o dispositivi, assicurano il funzionamento automatico di un determinato processo, come impianti industriali e servizi. I benefici dell'automazione risiedono nella possibilità di realizzare prodotti e sistemi capaci di elevate prestazioni, efficienti, e sicuri, con l'obiettivo generale di migliorare le condizioni di lavoro e di vita, perfettamente in linea con gli obiettivi del Rotary e dell'ONU.

Breve storia della Automazione. La discussione è continuata con una panoramica sulla storia dell'automazione. I primi esempi di automazione possono essere individuati nell'antica Grecia e nell'Impero Romano, con Archimede e Erone, che svilupparono macchine meccaniche e automi. Durante il Rinascimento, ulteriori progressi si ebbero con inventori come Leonardo da Vinci, che progettò dispositivi meccanici complessi. Con la prima Rivoluzione Industriale, durante il XVIII secolo, fu proprio l'automazione, con l'introduzione delle macchine a vapore e poi lo sviluppo delle linee di montaggio, a cambiare radicalmente la produzione industriale. Nel XX e XXI secolo, l'automazione è fiorita grazie all'avvento di elettronica, informatica e tecnologie dell'informazione. Con i computer e le reti, l'automazione ha esteso il suo campo alla produzione di massa, a partire dall'automotive. L'automazione è stata infatti la chiave di volta che ha sostenuto tutte le quattro rivoluzioni industriali. A partire dalla meccanizzazione e dall'introduzione della macchina a vapore (industria 1.0), l'obiettivo principale è stato quello di ridurre la presenza dell'uomo nel ciclo produttivo, il quale prevedeva l'esecuzione di compiti ripetitivi e pericolosi. La diffusione dell'energia elettrica, in sostituzione dei sistemi basati sul ciclo a vapore, ha permesso l'avvento di dispositivi elettrici che hanno drasticamente migliorato le condizioni di vita, non solo dei lavoratori, ma anche dei cittadini, rendendo le città vivibili anche in assenza della luce diurna (industria 2.0). Il passaggio dai dispositivi elettrici agli elettronici ha segnato l'avvento della terza rivoluzione industriale, dove l'utilizzo di computer ha permesso di estendere le possibilità di automazione dall'ambito industriale a quello privato. Il controllo digitale ha consentito, infatti, di automatizzare processi



produttivi non strettamente legati alle macchine, ma all'aspetto organizzativo: è diventato possibile automatizzare processi come l'assegnazione dei turni lavorativi, la gestione dei magazzini e degli approvvigionamenti. La robotica è la protagonista dell'ultima rivoluzione industriale (industria 4.0): il manipolatore robotico rappresenta una diretta estensione dell'arto umano, la cui flessibilità viene trasferita al robot, in grado di svolgere molteplici compiti che avrebbero necessitato di più macchine distinte e dedicate.

L'Automazione in Italia. Lasciato l'ambito storico, l'intervento è proseguito con una panoramica di automazione e robotica sul piano nazionale. L'industria italiana dell'automazione e dei robot è la più grande d'Europa, leader per fornitori di soluzioni di automazione e di robotica, con 655 aziende censite, a fronte di 628 e 540 aziende registrate rispettivamente in Francia e in Germania. Secondo l'osservatorio dell'industria italiana dell'automazione, il settore ha registrato, nel 2023, un incremento del 23% rispetto al 2022, per un fatturato totale di 7 miliardi di euro. I primi settori di destinazione dei componenti e dei sistemi di automazione industriale sono la meccanica, il packaging, la logistica, la metallurgia, i componenti elettronici, i materiali edili, la plastica, e il legno. La varietà di tali ambiti applicativi dimostra come l'automazione abbia permeato tutti i settori produttivi.



Applicazioni dell'Automazione. Uno degli ambiti applicativi più noti è probabilmente quello puramente industriale: la presentazione è proseguita infatti con la visione di un video dimostrativo della catena di produzione automatizzata delle fabbriche Tesla, in cui i noti veicoli elettrici vengono assemblati tramite un processo quasi totalmente delegato ai macchinari. L'elemento umano, infatti, viene delegato a compiti di alto livello, come il controllo qualità.

Ho quindi proseguito con altri ambiti applicativi. Nell'edilizia, l'automazione viene utilizzata per la progettazione, la costruzione e la manutenzione delle strutture. Ad esempio, i droni vengono impiegati per effettuare rilevamenti aerei dettagliati, monitorare il progresso dei lavori e ispezionare aree difficili da raggiungere, riducendo i rischi per i lavoratori. I robot da costruzione, come i robot muratori e i robot per la posa di pavimenti, eseguono compiti ripetitivi e fisicamente impegnativi con grande precisione, accelerando i tempi



di costruzione e migliorando la qualità del lavoro. Inoltre, i sistemi di automazione per la gestione degli edifici controllano e ottimizzano i sistemi di climatizzazione, illuminazione e sicurezza, migliorando l'efficienza energetica e il comfort degli occupanti.

Nei servizi di rete, l'automazione è essenziale per gestire e mantenere le infrastrutture critiche di comunicazione e distribuzione. Le reti intelligenti (smart grid) utilizzano sensori e algoritmi avanzati per monitorare in tempo reale la domanda e l'offerta di energia, ottimizzando la distribuzione e riducendo le perdite. I sistemi di automazione nelle telecomunicazioni gestiscono e ottimizzano la trasmissione dei dati, migliorando la qualità del servizio e riducendo i tempi di inattività. Inoltre, la manutenzione predittiva, basata su tecnologie di machine learning e analisi dei dati, permette di identificare e risolvere i problemi prima che causino interruzioni, migliorando l'affidabilità delle reti. L'automazione nei servizi di rete include anche la gestione automatica del traffico, che utilizza sensori e algoritmi per ottimizzare il flusso dei veicoli, riducendo gli ingorghi e migliorando la sicurezza stradale. Queste applicazioni contribuiscono a creare infrastrutture più resilienti ed efficienti, rispondendo meglio alle esigenze della società moderna. Ancora, l'automazione nella logistica sta trasformando la movimentazione, l'immagazzinamento e la distribuzione delle merci. In magazzini e centri di distribuzione, carrelli elevatori autonomi, robot per il picking e impianti di stoccaggio automatizzati migliorano l'efficienza riducendo i tempi di movimentazione. I droni effettuano inventari rapidi e accurati, mentre i veicoli a guida autonoma trasportano merci senza intervento umano. Nei trasporti, camion autonomi e sistemi di gestione del trasporto ottimizzano i percorsi, riducendo costi e migliorando tempi. Tecnologie di tracciamento avanzate, come l'Internet of Things, offrono visibilità in tempo reale di posizione e stato delle merci, migliorando la gestione delle scorte. L'automazione aumenta velocità e affidabilità delle operazioni, rendendo le supply chain più efficienti e resilienti. In tutti questi campi applicativi ho mostrato alcuni brevi video esemplificativi.

Robotica. La relazione è continuata con la seconda tematica complementare: la robotica. Si tratta di una scienza interdisciplinare che combina elementi di ingegneria meccanica, elettronica, informatica e intelligenza artificiale per progettare, costruire, programmare e utilizzare robot. I robot sono macchine automatiche in



grado di eseguire una serie di operazioni autonomamente grazie alla programmazione e al controllo umano. La robotica si occupa non solo della creazione di questi dispositivi, ma anche della loro applicazione in vari campi, dall'industria alla medicina, dall'esplorazione spaziale alla vita quotidiana. I robot possono essere progettati per replicare o migliorare le attività umane, operando in vari contesti e applicazioni. Le loro capacità e forme possono variare ampiamente, dal semplice braccio meccanico utilizzato nelle catene di montaggio industriali (robot industriali) a sofisticati robot umanoidi o robot mobili impiegati in esplorazioni spaziali e assistenza personale (robot di servizio).

Breve storia della Robotica. Ho quindi tracciato la storia della robotica, che inizia con l'antica mitologia e i primi tentativi di creare automi meccanici. Nell'antica Grecia, si presume che il matematico Archita di Taranto costruì un uccello meccanico alimentato a vapore, mentre nelle figure mitologiche di Talos e dei servi meccanici di Efesto troviamo i primi riferimenti a macchine autonome. Successivamente, Leonardo da Vinci progettò un cavaliere meccanico, un automa capace di muovere le braccia, il collo e la mascella. Tuttavia, la robotica moderna prese forma solo nel XX secolo, con lo sviluppo dell'elettronica e dei computer. Negli anni '50 e '60, la robotica industriale iniziò a emergere con l'introduzione di macchine programmabili utilizzate nelle linee di produzione. Il primo esempio emblematico è il robot Unimate introdotto nel 1961, che rivoluzionò l'industria automobilistica eseguendo compiti ripetitivi come la saldatura e l'assemblaggio presso la General Motors. Negli anni '70 e '80, l'integrazione di sensori e microprocessori permise ai robot di interagire meglio con l'ambiente, dando vita a dispositivi più autonomi e versatili. La robotica mobile fece i suoi primi passi, con robot come Shakey, che poteva muoversi e prendere decisioni basate sull'ambiente circostante. La terza generazione di robot, dagli anni '90 in poi, ha visto l'integrazione dell'intelligenza artificiale, migliorando ulteriormente l'autonomia e le capacità cognitive dei robot. Inoltre, la robotica collaborativa è diventata prominente, con robot che potevano lavorare a fianco degli esseri umani in modo sicuro ed efficiente. L'introduzione dei robot collaborativi, o cobot, come quelli sviluppati da Universal Robots, ha rivoluzionato il modo in cui i robot venivano integrati nei processi produttivi, renden-

doli più accessibili anche alle piccole e medie imprese. Oggi, la quarta generazione è caratterizzata da robot interconnessi e intelligenti, utilizzati in una vasta gamma di settori, dalla medicina alla logistica, grazie ai progressi nell'intelligenza artificiale e nell'Internet of Things. I moderni robot sono dotati di capacità di apprendimento autonomo, interazione naturale e connessione in rete, permettendo loro di operare in ambienti complessi e dinamici. Un esempio notevole è rappresentato dai robot chirurgici come il Da Vinci, che consente ai chirurghi di eseguire operazioni complesse, anche in telechirurgia, con una precisione e un controllo senza precedenti, migliorando significativamente i risultati clinici.

La Robotica in Italia. Ho proseguito discutendo il ruolo della robotica in Italia, sempre più cruciale nell'ambito dell'automazione industriale, con un mercato in costante espansione che testimonia la rapida adozione di soluzioni robotiche da parte delle aziende italiane. Secondo dati recenti dell'Associazione Italiana di Robotica e Automazione (AIRA), il numero di robot industriali installati in Italia è cresciuto significativamente negli ultimi anni, raggiungendo oltre 15.000 unità nel 2023, con un tasso di crescita annuo del 7%. Le piccole e medie imprese (PMI) rappresentano una parte significativa di questo mercato, con oltre il 60% degli investimenti in robotica industriale provenienti da aziende di piccole e medie dimensioni. Settori chiave come l'automotive, l'aerospazio e l'elettronica guidano la domanda di robot industriali, utilizzati per ottimizzare i processi di produzione, ridurre i costi e migliorare la qualità dei prodotti. Inoltre, l'Italia sta emergendo come uno dei principali attori europei nel settore dei cobot, con una crescita annua stimata intorno al 30%. Gli investimenti in ricerca e sviluppo nel campo della robotica sono in costante aumento, con numerosi centri di eccellenza e istituti universitari impegnati in progetti innovativi. L'Italia ospita anche una serie di startup e aziende emergenti nel settore della robotica, che stanno contribuendo a ridefinire il panorama industriale del Paese. In sintesi, la robotica in Italia continua a rappresentare un settore chiave per l'innovazione e la competitività economica, con un futuro promettente all'orizzonte.

Il Decision and Control Laboratory del Politecnico di Bari. Dopo la panoramica su automazione e robotica, ho presentato alcuni dei risultati delle ricerche condotte dal Decision and Control Laboratory del Politecnico di Bari, di cui sono coordinatrice scientifica. L'attività del Laboratorio si concentra su tre missioni: la formazione di studenti e dottorandi, l'attività di laboratorio, e quella di ricerca. In particolare, ho mostrato alcuni risultati sull'applicazione della realtà virtuale alla progettazione degli impianti automatizzati di produzione, sviluppati in collaborazione con l'azienda Masmec. La metodologia mostrata consente una chiara visualizzazione delle fasi produttive, in modo da ottimizzare non solo efficienza produttiva ed ergonomia per gli operatori, ma anche meglio aderire alle richieste del committente. Quindi ho presentato alcuni risultati ottenuti sulla calibrazione dei parametri dei robot. Si tratta di un lavoro condotto con gli studenti magistrali e costituisce una delle prime esperienze tramite cui i ragazzi si possono affacciare al mondo della robotica, anche come trampolino di lancio per entrare nel mondo della ricerca scientifica.

Conclusioni. Ho sottolineato il ruolo trasformativo dell'ingegneria nel miglioramento della nostra società, ed in particolare i potenziali vantaggi dell'automazione e della robotica nel raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile. Ho osservato come le tendenze emergenti in questo ambito siano l'esplorazione dell'integrazione dell'intelligenza artificiale con l'automazione e la robotica e la collaborazione uomo-macchina. Ancora, ho sottolineato l'importanza dell'istruzione e dello sviluppo delle competenze per sfruttare in modo efficace queste nuove tecnologie. In definitiva, la tecnologia può migliorare la vita umana e permetterci di affrontare le sfide di un futuro sostenibile.

La mia relazione si è conclusa con un'anticipazione della 20th IEEE International Conference on Automation Science and Engineering, che si terrà a Bari dal 28 Agosto al 1° settembre 2024, sotto la mia presidenza. La conferenza è sponsorizzata dalla Robotics and Automation Society di IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), dal Politecnico di Bari e da numerose aziende del territorio regionale, nazionale e internazionale. La conferenza, con una partecipazione record, quest'anno, delle Istituzioni accademiche e industriali, vedrà la presenza di più di 600 esperti internazionali nell'ambito dell'automazione e robotica. Il tema scelto per la conferenza è "Automation 5.0: automation everywhere for better and smarter living", in piena corrispondenza

con lo stato dell'arte dell'ingegneria dell'automazione e della robotica. Infatti il paradigma 5.0, ovvero l'uso della tecnologia per il miglioramento della nostra vita, si sta ormai affacciando prepotentemente nel panorama industriale contemporaneo, perfettamente in linea con la missione e la storia del Rotary.



Presenze e Statistiche



del 28 Maggio 2024

Amirante, Balducci e consorte, Barsanti* e consorte, Campobasso, Casarano, Cassano (rec.), Cavallo, Corbo, De Florio, de Giglio, De Grecis, De Palma (rec.), De Tommasi (rec.), De Vito, Di Cagno A. e consorte, Di Lorenzo, Ditunno e consorte, Dotoli, Fino, Franchini e consorte, Grossi e consorte, Gusman, Macario, Magarelli, Manfredi, Metta, Panaro e consorte, Piccolo e consorte, Ranieri e consorte, Roca, Roselli e consorte, Sambati, Saponaro M., Sassanelli (rec.), Scamarcio (rec.), Scarascia Mugnozza e consorte, Scianatico e consorte, Simone, Ventura, Vinci, Viterbo V.

Statistiche: Soci effettivi n. 107; Soci dispensati o in congedo n. 2; Soci presenti n. 36+5C=41; Percentuale di presenza: 39,00%

Singapore Convention 25-29 maggio 2024. Rotary Alumni Global Service Award

Incontro del 25-29 Maggio 2024

Adriana De Serio

Il Premio Internazionale Rotary Alumni Global Service, edizione 2023-2024, è stato assegnato al prof. Gaetano Scamarcio, Ordinario di Fisica presso il Dipartimento Interuniversitario di Fisica dell'Università e del Politecnico di Bari.

Il Consiglio Direttivo del Rotary International e gli Amministratori della Rotary Foundation dal 1995 assegnano annualmente il Premio Rotary Alumni Global Service a un *alumnus* o *alumna* eccezionale del Rotary, la cui carriera professionale e le cui attività di servizio in favore dell'umanità esprimono compiutamente l'impegno e il potenziale dei programmi rotariani. Il vincitore viene scelto fra candidati proposti dai Distretti Rotariani di tutto il mondo.

Il prof. Scamarcio è il secondo italiano che ha ricevuto tale massimo riconoscimento, assegnato in occasione del Convegno Annuale del Rotary International, tenutosi quest'anno dal 25 al 29 maggio a Singapore. Alla presenza di migliaia di rotariani provenienti da tutto il mondo, il premio è stato consegnato a Scamarcio da Barry Rassin, Presidente della Rotary Foundation.



"Grandissima gioia, un orgoglio e un onore ricevere il Rotary Alumni Global Service - ha affermato Gaetano Scamarcio. - Voglio ricordare che grazie alla Borsa degli Ambasciatori della Rotary Foundation, nel lontano 1994, agli esordi della mia carriera di ricercatore, affrontai con serenità una lunga trasferta oltreoceano, presso il polo mondiale della ricerca in nanotecnologie quantistiche e telecomunicazioni, i Bell Laboratories della AT&T-Lucent Technologies. Questa esperienza professionale, favorita dal Rotary, ha rappresentato una pietra miliare per la mia successiva carriera universitaria, contribuendo anche a