



Mabel Giraldo

Università degli studi di Bergamo

Fabio Sacchi

Università degli studi di Bergamo

AI-powered Assistive Technologies: traiettorie di sviluppo, opportunità e sfide per le persone con disabilità

AI-Powered Assistive Technologies: emerging pathways, opportunities, and challenges for persons with disabilities

Call

Artificial intelligence (AI) is transforming the field of assistive technologies (AT). This contribution examines the state of development and recent trends in AI-powered assistive technologies—those enhanced by AI algorithms—investigating the opportunities and challenges that this innovation presents for individuals with disabilities. To this end, a dual approach was adopted: (1) the analysis of the WIPO Technology Trends Report on Assistive Technology (2021), based on the examination of over 130,000 patents, which proposes a multi-level taxonomy to classify AT and distinguishes between conventional and emerging technologies, the latter characterized by a high integration of AI; (2) a systematic review of the scientific literature (2021–2025). The technologies identified in the 19 selected studies were reclassified according to the levels of the emerging WIPO taxonomy, highlighting a growing convergence between AI, robotics, sensors, and neural interfaces. The emerging trajectories largely confirm the findings outlined in the WIPO report but also highlight an evolution towards hybrid and highly customizable forms. This rapid proliferation of new algorithmic models and the increasing complexity of systems, as will be discussed in the concluding section of this contribution, certainly open new opportunities in the lives of individuals with disabilities, while simultaneously requiring careful monitoring to prevent significant challenges.

Keywords: Artificial Intelligence, Assistive Technology, People with Disabilities, Robotics, Special Education

L'intelligenza artificiale (AI) sta trasformando il campo delle tecnologie assistive (AT). Questo contributo esamina lo stato di sviluppo e le recenti evoluzioni delle *AI-powered assistive technologies*, AT potenziate da algoritmi di intelligenza AI, indagando le opportunità e le sfide che questa innovazione rilancia per le persone con disabilità. A tal fine è stato adottato un duplice approccio: (1) l'analisi del *WIPO Technology Trends Report on Assistive Technology* (2021), basato sull'esame di oltre 130.000 brevetti, che propone una tassonomia multilivello per classificare le AT e distingue tra tecnologie *conventional* ed *emerging*, queste ultime caratterizzate da un'elevata integrazione di AI; (2) una revisione sistematica della letteratura scientifica (2021–2025). Le tecnologie identificate nei 19 studi selezionati sono state riclassificate secondo i livelli della *emerging taxonomy WIPO*, sottolineando una crescente convergenza tra AI, robotica, sensori e interfacce neurali. Le traiettorie emerse confermano in larga parte quanto delineato dal *report* WIPO, ma ne evidenziano anche un'evoluzione verso forme ibride e altamente personalizzabili. Questa rapida proliferazione di nuovi modelli algoritmici e questa crescente complessità dei sistemi, come verrà discusso nella parte conclusiva del contributo, aprono certamente nuove opportunità nella vita delle persone con disabilità, ma impongono, al tempo stesso, un monitoraggio attento per prevenire significative criticità.

Parole chiave: Intelligenza Artificiale, Tecnologie Assistive, Persone con Disabilità, Robotica, Pedagogia Speciale

OPEN ACCESS Double blind peer review

How to cite this article: Giraldo, M., & Sacchi, F. (2025). AI-Powered Assistive Technologies: Emerging Pathways, Opportunities, and Challenges for Persons with Disabilities. *Italian Journal of Special Education for Inclusion*, XIII, 1, 47-58. <https://doi.org/10.7346/sipes-01-2025-03>

Corresponding Author: Mabel Giraldo |

Received: 04/04/2025 | **Accepted:** 09/06/2025 | **Published:** 30/06/2025

Italian Journal of Special Education for Inclusion | © Pensa MultiMedia®
ISSN 2282–6041 (on line) | DOI: 10.7346/sipes-01-2025-03

Credit author statement: L'articolo è stato progettato e condiviso, nel complesso, da entrambi gli autori. Nello specifico, i paragrafi §2 e §3 sono stati scritti, rispettivamente, da Mabel Giraldo e Fabio Sacchi; mentre i restanti (§1, §4 e §5) sono a cura di tutti e due gli autori.



1. Introduzione

Le tecnologie assistive (AT) rappresentano da decenni uno strumento fondamentale per promuovere l'autonomia, l'inclusione e la partecipazione attiva delle persone con disabilità. Secondo la definizione dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, esse comprendono «i prodotti, i servizi e i sistemi il cui scopo principale è mantenere o migliorare il funzionamento e l'indipendenza delle persone, favorendo così il benessere individuale» (WHO, 2022, p. 7). Dalla comunicazione aumentativa alle protesi motorie, dalle tecnologie per la mobilità agli ausili visivi e uditivi, queste soluzioni hanno storicamente costituito un ponte tra limitazioni funzionali e partecipazione sociale, facilitando l'accesso all'istruzione, all'occupazione, alla mobilità, alla comunicazione e alla vita indipendente (Quinn, 2021). Negli ultimi anni, le potenzialità delle AT sono state profondamente ridefinite grazie all'evoluzione dell'intelligenza artificiale (AI) che ha generato un cambiamento qualitativo che supera il semplice aggiornamento tecnologico (Almufareh et al., 2023). L'AI, intesa come la capacità di un sistema tecnologico di interpretare dati esterni, apprendere da tali dati e utilizzare tali conoscenze per raggiungere obiettivi specifici attraverso un'adattabilità flessibile (European Commission, 2021), permette di sviluppare dispositivi e sistemi capaci di interagire, apprendere, adattarsi e anticipare i bisogni degli utenti in tempo reale e in relazione alle informazioni ambientali. In questo scenario, si sta progressivamente affermando una nuova generazione di AT, le *AI-powered assistive technologies*, tecnologie assistive implementate da algoritmi di intelligenza artificiale (Giansanti et al., 2025). Queste AT, esito della convergenza di due ambiti, portano con sé potenzialità straordinarie per il processo inclusivo delle persone con disabilità grazie alle crescenti capacità di personalizzazione, autonomia e interazione rese possibili dall'intelligenza artificiale capace di elaborare dati multimodali, apprendere da schemi comportamentali, adattarsi a contesti ambientali complessi e supportare decisioni in tempo reale (El Morr et al., 2024).

Tuttavia, proprio l'accelerazione tecnologica che alimenta queste innovazioni può dischiudere scenari ancora poco esplorati come quelli relativi agli impatti che l'AI può avere sul piano dell'accessibilità, dell'equità, della trasparenza e della giustizia sociale (Almufareh et al., 2024). Per tale ragione, la rapida evoluzione dell'intelligenza artificiale — alimentata dalla proliferazione di nuovi modelli algoritmici, dall'integrazione con tecnologie emergenti (sensoristica avanzata, *edge computing*, interfacce neurali, ecc.) e dall'aumento della complessità dei sistemi intelligenti — richiede un monitoraggio costante delle traiettorie di sviluppo: non si tratta solo di valorizzarne le opportunità, ma anche di individuare tempestivamente le criticità, come l'aumento delle disuguaglianze di accesso, l'opacità delle decisioni automatizzate e il rischio di dipendenza da sistemi poco interpretabili o difficilmente controllabili, che potrebbero compromettere il potenziale inclusivo delle tecnologie assistive (de Witte, 2024).

2. L'intelligenza artificiale nelle tecnologie assistive: stato dell'arte

A livello mondiale, le informazioni relative alle recenti direzioni di sviluppo delle tecnologie assistive possono essere ricavate da molteplici fonti, tra cui il *WIPO Technology Trends Report on Assistive Technology* (2021), redatto dall'Organizzazione Mondiale della Proprietà Intellettuale, agenzia dell'ONU incaricata del monitoraggio dei brevetti, e il *Global Report on Assistive Technology* pubblicato, nel 2022, da WHO e UNICEF (Landers, 2021; Abdi et al., 2021; Abbas et al., 2014). Il primo documento, nonché l'unico del WIPO sul tema delle AT, restituisce una mappatura dell'innovazione tecnologica avvenuta negli ultimi 20 anni, frutto dell'analisi condotta su 130.000 brevetti depositati tra il 1998 e il 2019. Ogni brevetto viene corredato di specifiche informazioni, quali il numero identificativo, l'anno di deposito, il paese di origine, e viene catalogato all'interno di una classificazione dedicata, elaborata nel 2021 specificamente per le AT, che si inserisce in un più ampio sistema di categorizzazione brevettuale, introdotto nel 1971, con l'obiettivo di permettere l'organizzazione dei brevetti in modo standardizzato secondo criteri tecnici condivisi.



La classificazione proposta dal WIPO¹ si articola su quattro livelli gerarchici, ma non tutti i brevetti riportano necessariamente una strutturazione completa. Il primo distingue tra due macroaree: *conventional technologies*, che raggruppa dispositivi meccanici, analogici o funzionali di lunga tradizione, spesso privi di adattività computazionale, ed *emerging technologies* che include le recenti *AI-powered assistive technologies* ossia soluzioni più sofisticate, dinamiche, autonome, intelligenti e automatizzate grazie all'integrazione dell'intelligenza artificiale. Il secondo livello della classificazione (*Level 2 o product categories*) individua, inoltre, per entrambe le macroaree del primo livello, le principali tipologie di dispositivi assistivi, articolandole in sette categorie nella classificazione *conventional* (*mobility, vision, hearing, communication, cognition, self-care* ed *environment*) ed in sei in quella *emerging* che esclude dai precedenti il gruppo *cognition*. Questa esclusione riflette il fatto che le AT incluse in questo gruppo vengono ricondotte a *self-care* e *communication*, riflettendo un approccio più integrato e trasversale allo sviluppo tecnologico (UN, 2021).

Nella classificazione *conventional*, le categorie comprendono AT largamente utilizzate. Ad esempio, in *mobility* rientrano *manual wheelchairs, walkers* e *mobile hoists*; in *vision*, prodotti come *Braille displays, screen readers* e *low vision spectacles*; per il gruppo *hearing*, dispositivi come *behind-the-ear hearing aids, induction loops* e *captioning systems*; in *communication*, *speech-to-text software, communication boards* ed *eye-tracking devices*; per *cognition*, ausili come *medication dispensers, time management tools* e *memory support products*; in *self-care*, *incontinence products, adaptive clothing* e *assistive grooming devices*; e nell'ultimo gruppo, *environment*, sono inclusi *grab bars, adjustable beds* e *safety devices for domestic spaces*.

La classificazione *emerging*, invece, riflette l'evoluzione tecnologica in corso e comprende categorie che si distinguono per l'adozione di tecnologie avanzate, come l'intelligenza artificiale, la robotica, la realtà aumentata e la stampa 3D. Per il gruppo *mobility*, ad esempio, si includono *autonomous wheelchairs, smart prosthetics* ed *exoskeletons*; per la *vision*, *bionic eyes, artificial retina* e *augmented reality devices*; nell'ambito *hearing*, figurano *mind-controlled hearing aids, bone conduction systems* e *auditory brainstem implants*; per *communication*, si segnalano *brain-computer interfaces (BCIs), gesture-to-voice systems* e *smart assistants*; nel *self-care*, tecnologie come *feeding assistant robots, smart diapers* e *emotion-monitoring wearables*; e infine, per l'*environment*, sistemi come *smart homes, assistive robots* e soluzioni per *smart cities*. Anche in questo caso la classificazione *emerging* ha accolto l'evoluzione tecnologica inserendo nuove etichette di dispositivi assistivi implementati dall'AI. A titolo esemplificativo, nella categoria *mobility* per la *conventional classification* sono inclusi *wheelchairs, walking aids, mobile hoists, vehicle adaptations*, nella *emerging* sono invece riportati *advanced prosthetics, exoskeletons* e *autonomous wheelchairs*. Gli ultimi due livelli della classificazione, il terzo (*level 3 taxonomy*) ed il quarto (*level 4 taxonomy*) dettagliano ulteriormente la tipologia di tecnologia assistiva. La *Tabella 1* riporta un'esemplificazione della classificazione sui quattro livelli nel caso della carrozzina.

Level 1	Level 2 o product categories		Level 3	Level 4
Conventional taxonomy	Mobility	Wheelchairs	Manual wheelchairs	Hand propelled Lever propelled Foot propelled Push wheelchairs
Emerging Taxonomy	Mobility	Advanced wheelchairs	Autonomous wheelchairs Wheelchair control	Non presente nella tassonomia

Tabella 1: esemplificazione livelli della tassonomia WIPO applicati all'ausilio carrozzina (WIPO, 2021)

1 Per una visione completa della classificazione si veda il seguente link: https://drive.google.com/file/d/1PiMIW5s_GeIF06p3v4PXNP1d8TWnyU1J/view?usp=sharing.



L'analisi del report WIPO mostra che i primi brevetti riconducibili alle *emerging technologies* risalgono già al 1998, tra cui figurano soluzioni per la visione avanzata (come *telescopic lenses* e *artificial silicon retina*) e impianti uditivi (*middle ear implants*, *ossicular replacement implants*). Dal 2015, lo sviluppo delle *AI-powered assistive technologies* accelera significativamente, trainato dai progressi in *machine learning*, sensoristica e *open source hardware*. Nel campo *vision*, emergono dispositivi come lenti intelligenti, retine artificiali e sistemi di guida *AI-based* per l'orientamento ambientale. Per la *hearing*, si segnalano impianti adattivi che modulano il suono in base al contesto. Nella *communication*, compaiono assistenti vocali, *chatbot*, traduttori in tempo reale e dispositivi di sostituzione sensoriale. In ambito *mobility*, si diffondono carrozzine autonome come il modello WHILL A e *smart exoskeletons* capaci di adattarsi ai movimenti dell'utente. Molte di queste innovazioni attraversano più categorie WIPO e si integrano in dispositivi ibridi. Particolarmente promettenti sono le interfacce cervello-computer (BCI), come quelle sviluppate da Neuralink e NeuroLife (Tyler et al., 2021), che permettono il controllo neurale diretto di ausili assistivi. Grazie a reti neurali profonde e sensori miniaturizzati, questi sistemi diventano sempre più adattivi, migliorando l'interazione e la personalizzazione dell'esperienza utente.

Sebbene il *report* WIPO permetta di tracciare le tendenze evolutive delle AT grazie ai dati brevettuali, il *Global Report on Assistive Technology* della WHO e dell'UNICEF fornisce informazioni complementari che, in prospettiva sistemica, permettono di valutare l'impatto reale, l'accessibilità e le sfide socio-politiche associate alla distribuzione e all'accesso globale alle tecnologie assistive. Anche questo documento indaga aspetti relativi alle *AI-powered assistive technologies* riportando esemplificazioni di innovazioni *AI-based*, come le protesi robotiche adattive sviluppate da Össur, dotate di sensori IMU che permettono di monitorare le dinamiche del movimento e attuare eventuali correttivi in tempo reale, e algoritmi predittivi per l'ottimizzazione della deambulazione, e il BIOM Leg (ora *EmPOWER Ankle*), sviluppato al *Media Lab del Massachusetts Institution of Technology*, che replica la funzione propulsiva della caviglia con motori elettrici e AI biomeccanica. A queste si affiancano soluzioni digitali, come *Seeing AI* (Microsoft, 2019) o *Ghotit Real Writer* (Breznitz & Leventhal, 2017), che impiegano l'AI per supportare l'autonomia cognitiva, comunicativa e linguistica degli utenti.

Nonostante i due *report* si focalizzino su aspetti diversi, entrambi concordano nel sottolineare come l'intelligenza artificiale stia ridefinendo radicalmente il campo delle AT, portando alla progettazione e realizzazione di dispositivi capaci di apprendere, adattarsi e migliorare l'esperienza dell'utente in tempo reale. Infine, considerando il rapido dinamismo e l'intensa attività di ricerca nel settore (Brotosaputro et al., 2024), emerge la necessità di esplorare gli sviluppi attuali nell'ambito delle *AI-powered assistive technologies* per verificare se le tendenze di innovazione rilevate dal WIPO nel 2021 abbiano ricevuto riscontro, continuità o ridefinizione nella ricerca tecnologica più recente e quali aspetti di criticità e di positività questi studi rivelano in rapporto al processo inclusivo delle persone con disabilità.

3. Le evoluzioni più recenti delle *AI-powered assistive technologies*

Al fine di identificare e analizzare le più recenti linee di ricerca nell'ambito delle *AI-powered assistive technologies*, successive alla pubblicazione del *WIPO Technology Trends Report* (2021), è stata condotta una *literature review* interrogando i *database Scopus*, *IEEE Xplore* e *PubMed* con le parole chiave ed operatori booleani: "*AI OR artificial intelligence powered assistive technolog**". Gli studi trovati sono stati selezionati utilizzando i seguenti criteri di inclusione: (1) la rilevanza tematica, ovvero il *focus* esplicito sugli sviluppi e le applicazioni delle tecnologie assistive basate su intelligenza artificiale; (2) il periodo di pubblicazione, limitato agli anni compresi tra il 2021 e il 2025, con l'obiettivo di includere esclusivamente studi recenti e aggiornati rispetto agli sviluppi più attuali del settore; (3) pubblicazioni scientifiche *peer review* in (4) lingua inglese. Ogni articolo incluso è stato, dunque, esaminato e le informazioni in esso contenute sono state raccolte tramite una specifica *reading form* così organizzata: *database* di provenienza, anno di pubblicazione, autore/i, titolo dello studio, denominazione delle *AI-powered assistive technologies*, descrizione dell'ambito di applicazione, età della popolazione target e tipologia di disabilità.



a cui essa è rivolta. Ogni prodotto è stato successivamente ricondotto dai ricercatori ai livelli della WIPO *emerging classification*. Sono state infine individuate le criticità e le sfide di queste tecnologie rispetto al processo inclusivo delle persone con disabilità.

La *review* ha permesso di individuare 19 studi scientifici² pubblicati tra il 2021 e il 2025 la cui analisi della distribuzione temporale (*Grafico 1*) evidenzia un trend crescente e progressivamente più strutturato nell'interesse verso l'applicazione dell'intelligenza artificiale alle tecnologie assistive: dai primi segnali del 2021 (2 studi) si osserva un aumento nel 2022 (4 studi), una fase di consolidamento nel biennio 2023–2024 (5 studi per ciascun anno), fino a una leggera flessione nel 2025 (3 studi), attribuibile alla parzialità dell'anno in corso.

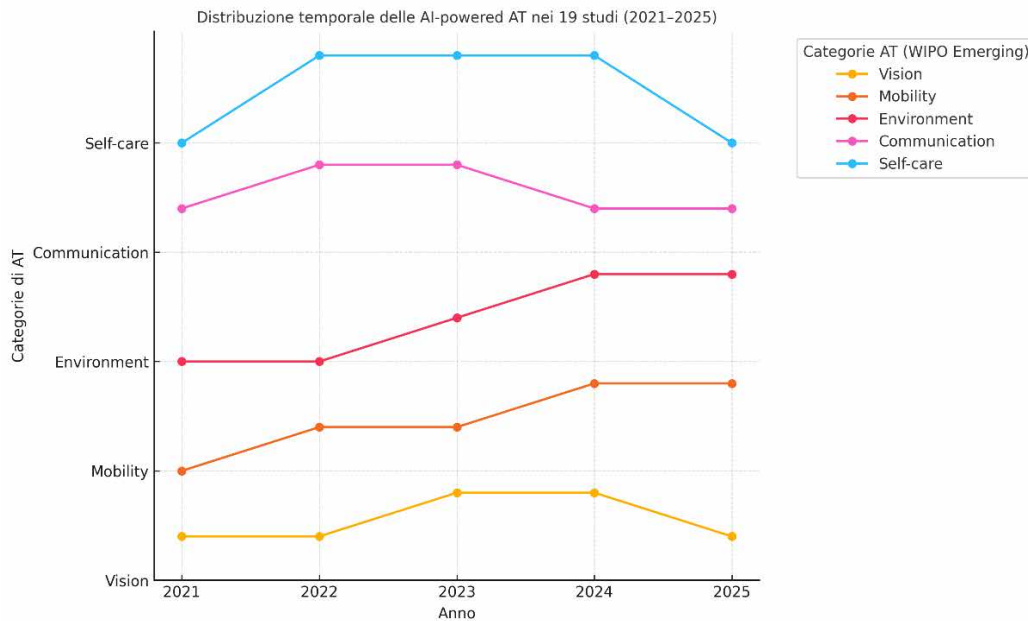


Grafico 1: evoluzione temporale delle AI-powered assistive technologies suddivisa per categoria WIPO

Le AT, ricondotte alle categorie del *livello 2* della *emerging classification* WIPO, risultano così suddivise: *vision* (5), *mobility* (5), *environment* (4), *communication* (3) e *self-care* (2). Relativamente alla popolazione *target*, la maggior parte degli studi (10) è indirizzato alla disabilità visiva, seguita dalla disabilità motoria (3), da quella intellettiva acquisita (3) e uditiva (1); mentre due pubblicazioni rientrano in categorie miste o non chiaramente riconducibili a una specifica disabilità.

Vision. Le tecnologie assistive a supporto della visione risultano tra le più numerose negli studi analizzati, a testimonianza dell'intenso sviluppo di soluzioni AI per il supporto alla disabilità visiva. Un esempio significativo, in questo ambito, sono gli *AI-powered Smart Goggles* (Makanyadevi et al., 2024), occhiali basati su intelligenza artificiale dotati di fotocamere e sistemi di elaborazione integrata che sono in grado di comunicare *feedback* uditivi immediati, migliorando la consapevolezza situazionale e riducendo i rischi durante gli spostamenti. Analogamente, la *Vision-Based Assistive Technology* (Gamage et al. 2024) utilizza avanzati algoritmi di *computer vision* per il rilevamento di ostacoli, la ricostruzione tridimensionale dello spazio circostante e la guida autonoma. Questo sistema, integrabile in dispositivi mobili o indossabili, è progettato per assistere persone con difficoltà motorie nella navigazione di ambienti interni ed esterni, aumentando la sicurezza e riducendo la dipendenza da assistenti umani. Un altro esempio di AT in questa

² La *reading form* completa degli studi inclusi nella presente *review* (Tabella 2) è disponibile al seguente link https://drive.google.com/file/d/1X6RRUfTiqs53OXJD3UtV6HSvs5Vq_yHz/view?usp=sharing.



categoria è l'*AI Guide for Social VR* (Gamage et al., 2024), un assistente virtuale implementato con l'AI che permette alle persone di esplorare ambienti complessi adattandosi al contesto. In questa categoria rientra anche l'*AI power computer vision module* (Gaya et al., 2024), una AT che sfrutta la realtà aumentata offrendo istruzioni visive contestuali e *feedback* immediati.

Infine, in questa categoria WIPO prodotti altamente innovativi sono le *Ocular Neuro-Prosthetics* (Giansanti, 2025) neuroprotesi oculari impiantabili che convertono segnali visivi catturati da una videocamera esterna in stimoli elettrici diretti al nervo ottico o alla corteccia visiva, con l'obiettivo di ripristinare parzialmente la percezione visiva in soggetti con gravi patologie degenerative della retina, come la retinite pigmentosa o la degenerazione maculare. Queste protesi, ancora in fase di sperimentazione, si collocano nell'ambito *emerging* delle *Brain-Computer Interfaces* (BCI) e attualmente rappresentano una delle frontiere più avanzate nella riabilitazione visiva, con il potenziale di offrire nuove possibilità sensoriali a persone con cecità totale o degenerazione retinica (Giansanti, 2025).

Mobility. Diverse tecnologie assistive basate sull'AI sono progettate per supportare la mobilità personale e migliorare l'autonomia delle persone con disabilità, in particolare con limitazioni motorie. Tra queste, un esempio di alto livello tecnologico è *Atalante Evolution* (Huynh et al., 2021), un esoscheletro intelligente classificabile nella sottocategoria *emerging Exoskeletons*. Progettato per persone con paraplegia, questo dispositivo è stato testato in contesti competitivi come il Cybathlon³, e utilizza algoritmi AI per la stabilizzazione dinamica del corpo, adattandosi in tempo reale ai movimenti e all'equilibrio della persona. L'esoscheletro permette una deambulazione autonoma assistita, riducendo lo sforzo fisico e migliorando la postura e la sicurezza. Un altro dispositivo rilevante è la *AI-powered Wheelchair* (Abhiraj et al., 2024), una carrozzina intelligente sviluppata con interfacce vocali e gestuali, che sfrutta modelli di *deep learning* per eseguire comandi complessi e navigare in modo autonomo in ambienti dinamici. Il sistema è in grado di riconoscere ostacoli, pianificare percorsi e adattarsi al comportamento dell'utilizzatore, offrendo una soluzione personalizzata per soggetti con limitata mobilità agli arti inferiori. Questo tipo di carrozzina rientra nelle AT di nuova generazione per la navigazione assistita, collocandosi all'intersezione tra mobilità, comunicazione e visione artificiale.

Un altro dispositivo innovativo è *NetraSparrsh* (Ather et al., 2024), un *wearable* integrato in una scarpa intelligente, equipaggiata con sensori a ultrasuoni e algoritmi AI capaci di rilevare la presenza di ostacoli, analizzare sia la loro distanza sia le caratteristiche del terreno, fornendo *feedback* vibro-tattili o uditivi al fine di guidare l'utente lungo percorsi sicuri, anche in ambienti complessi. Similare alla AT precedente sono gli *AI power smart glasses and shoes* (Makanyadevi et al., 2024), un *wearable* per la mobilità in autonomia di persone con disabilità visiva. Si tratta di occhiali intelligenti e calzature sensorizzate che utilizzano algoritmi di *deep learning* per il riconoscimento in tempo reale, tramite vibrazioni e buzzer, di oggetti, persone e ostacoli.

Un ulteriore esempio è rappresentato dal sistema *Wheelpedia* (Mo et al. 2025), un *chatbot* multilingue accessibile, sviluppato per persone con disabilità motoria e integrabile nelle carrozzine. Questa *AI-powered assistive technology* utilizza tecniche avanzate di *Natural Language Processing* (NLP) per fornire risposte personalizzate, contestualizzate e culturalmente adattate, migliorando la fruizione autonoma di risorse pubbliche e l'interazione con l'ambiente sociale.

Environment. Tra gli esempi più significativi in questa categoria WIPO vi sono i *Robot sociali* (Rincon et al., 2025), dotati di NLP, riconoscimento facciale e apprendimento adattivo, capaci di fornire stimolazione cognitiva, supporto nelle attività quotidiane e promemoria personalizzati, contribuendo a ridurre l'isola-

3 I Cybathlon costituisce una competizione internazionale di carattere scientifico-tecnologico, organizzata per promuovere l'interazione tra ricerca avanzata, ingegneria assistiva e performance motoria di persone con disabilità. L'iniziativa coinvolge atleti che, mediante l'impiego di dispositivi tecnologici altamente innovativi – quali protesi robotiche, esoscheletri motorizzati e interfacce cervello-computer (BCI) – affrontano prove strutturate per simulare attività della vita quotidiana (<https://whiteam.dei.unipd.it/cybathlon-2024/>).



mento e migliorare il benessere. I *Service Robots* (Cesário et al., 2025) rappresentano un'ulteriore innovazione: assistono in compiti quotidiani come l'alimentazione, integrando sensori di prossimità, pressione e movimento con AI in grado di apprendere dalle abitudini e dai cambiamenti ambientali. Queste soluzioni promuovono la vita indipendente, riducono il carico sui *caregiver* e migliorano la qualità della vita in ambito domestico e comunitario. Un ulteriore esempio è lo *Spatio-Temporal Visual Learning for Home-based Monitoring* (Djenouri et al., 2024) che, grazie a modelli ibridi di *deep learning* (CNN e *Transformer*), elabora dati ambientali visivi cogliendo variazioni nelle routine legate alla salute o alla sicurezza.

Infine, in questa categoria rientra anche il *Robotic Guide Dog* (Xu, 2024) una AT che, integrando tecnologie avanzate di intelligenza artificiale (IA), analizza e classifica in tempo reale oggetti e ostacoli nell'ambiente circostante. Inoltre, impiega tecniche di *Localizzazione e Mappatura Simultanea* (SLAM) per elaborare mappe dettagliate dell'ambiente, facilitando una navigazione sicura.

Communication. Un esempio rilevante in questo ambito è il sistema *Alris* (Danai et al., 2024) che combina visione artificiale e *Natural Language Processing* (NLP) per generare descrizioni ambientali in tempo reale, trasformando le informazioni visive in *output* uditivi e permettendo agli utilizzatori di orientarsi nello spazio, riconoscere oggetti e comprendere la disposizione dell'ambiente circostante, migliorando l'autonomia nella mobilità quotidiana. Un altro prodotto innovativo è *SACHI-SLRHDL* (Maashi et al., 2025), progettato specificamente per persone con disabilità uditiva. Questo dispositivo utilizza algoritmi di *deep learning* e tecniche di riconoscimento gestuale per interpretare la lingua dei segni e convertirla in testo scritto e messaggi vocali in tempo reale, abilitando una comunicazione fluida e bidirezionale tra utenti sordi e udenti. La tecnologia integra visione artificiale ad alta precisione per il tracciamento del movimento delle mani e degli arti superiori, risultando particolarmente utile in ambienti educativi, sociosanitari e lavorativi.

L'*IoT-Based AI-Powered Braille Learning System* (Latif et al., 2023), è un *wearable* progettato per facilitare l'apprendimento del Braille da parte di persone con disabilità visiva. Questa AT, che si indossa sul dito anulare, utilizza una fotocamera integrata che cattura immagini di testo in Braille, le quali vengono poi elaborate tramite una rete neurale convoluzionale basata su *transfer learning* per riconoscere e tradurre i caratteri Braille in audio.

Self-care. Negli ultimi anni, le AT in questa categoria hanno conosciuto una rapida evoluzione, in particolare in risposta ai bisogni di persone anziane con declino cognitivo lieve o con patologie neurodegenerative allo stadio iniziale. Queste soluzioni mirano a preservare le funzioni cognitive ed esecutive residue, sostenendo l'autonomia quotidiana e prevenendo il deterioramento funzionale. Un esempio è rappresentato dal *Text-to-Speech Health Monitoring Bracelet* (Indrianto et al., 2023) che è progettato per assistere le persone con disabilità visiva nel monitoraggio autonomo dei propri parametri vitali: grazie a sensori consente di misurare temperatura corporea, frequenza cardiaca e livelli di ossigeno nel sangue, convertendo questi dati in *output* vocali tramite tecnologia *text-to-speech* (TTS). Rientrano in questa categoria anche gli *AI-driven assistive devices* (Olawade et al., 2024), tecnologie che sfruttano l'intelligenza artificiale per personalizzare l'assistenza, migliorare l'accessibilità ai servizi sanitari e potenziare l'interazione uomo-macchina.

La *review* non ha rilevato studi relativi a *AI-powered assistive technology* in riferimento alla categoria *WIPO Hearing*.

4. Linee di sviluppo, opportunità e criticità delle *AI-powered assistive technologies*

L'analisi dei risultati conferma in larga parte le traiettorie individuate nei documenti internazionali della WIPO (2021) e della WHO/UNICEF (2022), ma rivela al contempo nuove direzioni di sviluppo e alcune importanti discrasie che meritano opportuna analisi e riflessione. I dati evidenziano, in particolare, un'ac-



celerazione nella progettazione di tecnologie assistive basate su AI che si concretizza in dispositivi intelligenti sempre più specializzati, capaci di adattarsi alle esigenze individuali degli utenti e di supportare, in modo multimodale, funzioni sensoriali, motorie, cognitive e adattive (Collins et al., 2024). Le soluzioni più avanzate non si limitano, infatti, a compensare una funzione, ma agiscono come sistemi intelligenti in grado di interpretare l'ambiente, apprendere dall'utilizzatore e supportare decisioni complesse in tempo reale (Ather et al. 2024; Huynh et al., 2021). Ciò implica la necessità di riconsiderare i modelli classificatori stessi, affinché possano cogliere la natura ibrida e intermodale di queste tecnologie.

Le categorie WIPO più rappresentate — *vision*, *mobility*, *environment* — riflettono una convergenza tecnologica che sfuma i confini tra ambiti tradizionalmente distinti. Molti dispositivi analizzati integrano moduli di visione artificiale, navigazione autonoma e interazione vocale, configurandosi come soluzioni trasversali capaci di rispondere simultaneamente a più domini funzionali (Makanyadevi et al., 2024). L'introduzione di dispositivi *wearable* integrati con sensoristica AI e tecnologie neurali (es. BCI) evidenzia una crescente tendenza verso l'integrazione bio-digitale e la personalizzazione intensiva, segnando un superamento dei paradigmi assistivi statici a favore di un'interazione dinamica uomo-macchina (Galliotta et al., 2024).

La predominanza di AT nella categoria *vision* — confermata dalla presenza di *AI-powered assistive technologies* brevettate per la disabilità visiva — riflette la maturità tecnologica dei sistemi di visione artificiale e NLP, nonché la disponibilità di grandi *dataset* visivi per l'addestramento dei modelli (Makanyadevi et al., 2024). Soluzioni come *Alris*, *NetraSparsh* e *AI-powered Smart Goggles* dimostrano un'evoluzione rispetto agli ausili tradizionali, configurandosi come mediatori intelligenti tra utente e ambiente, in grado di offrire descrizioni ambientali, riconoscimento oggetti e navigazione assistita (Sivaprasad et al., 2024).

Per quanto concerne le tecnologie assistive dedicate alla comunicazione, le soluzioni più innovative mirano a superare barriere linguistiche, sensoriali e cognitive, facilitando la partecipazione delle persone con disabilità, principalmente sensoriali, in contesti sociali, educativi e sociosanitari (Maashi et al., 2025), come il sistema *SACHI-SLRHDL*. Queste soluzioni rientrano pienamente nella tassonomia *emerging* del WIPO, che include dispositivi capaci di elaborare il parlato in tempo reale, ridurre il rumore ambientale e personalizzare la resa acustica. Nella categoria *communication*, la review conferma gli indirizzi di sviluppo tecnologico riportati nel *report* WIPO, in particolare l'adozione di AI per l'elaborazione del linguaggio naturale e l'adattamento del segnale audio. Tuttavia, mentre i report brevettuali enfatizzano l'aspetto tecnico-innovativo, gli studi recenti pongono maggiore attenzione alle implicazioni socio-relazionali, sottolineando l'importanza della co-progettazione con l'utente finale e della personalizzazione del contesto d'uso (Maashi et al., 2025).

Un ulteriore ambito di forte sviluppo è rappresentato dalle *AI-powered assistive technologies* per la mobilità che spaziano da esoscheletri intelligenti come *Atalante Evolution* a carrozzine autonome e *chat-bot* accessibili come *Wheelpedia* (Abiraj et al., 2024). Le soluzioni analizzate mostrano una convergenza tra AI, robotica e sistemi adattivi, in linea con il passaggio tracciato dal *report* WIPO da ausili statici a dispositivi intelligenti capaci di interazione dinamica (Rosa, 2025).

La review ha evidenziato l'importanza crescente delle tecnologie riconducibili alle categorie *Environment* e *Self-care*, per le potenzialità nella promozione della vita indipendente delle persone con disabilità, con particolare riferimento alla disabilità cognitiva evolutiva o acquisita nel corso del processo di invecchiamento (Rincon et al., 2025). Tali tecnologie ampliano le possibilità di autonomia domestica e di partecipazione in contesti abitativi e comunitari, rispondendo a un bisogno crescente di soluzioni capaci di sostenere le attività della vita quotidiana in scenari di fragilità funzionale, invecchiamento o isolamento sociale. Si tratta, in particolare, di sistemi di monitoraggio domestico basati su modelli spazio-temporali di *deep learning*, come lo *Spatio-Temporal Visual Learning for Home-based Monitoring* (Djenouri et al., 2024) e che rappresentano un'evoluzione significativa rispetto agli approcci tradizionali, poiché consentono un'osservazione continua e adattiva delle routine quotidiane attraverso la fusione di dati visivi e ambientali. Questi sistemi non solo rilevano anomalie comportamentali potenzialmente indicative di un deterioramento della salute o di situazioni di rischio, ma offrono anche una base dati cruciale per l'intervento proattivo da parte di *caregiver*, riducendo i tempi di risposta e aumentando la sicurezza percepita



dell'utente (Choubey et al., 2024). Parallelamente, i *robot* assistivi per il *self-care* mostrano un'elevata capacità di adattamento contestuale e comportamentale, grazie all'integrazione di sensoristica avanzata (prossimità, pressione, rilevamento movimento) e modelli di intelligenza artificiale in grado di apprendere dalle abitudini e preferenze individuali (Cesário et al., 2025). Queste tecnologie si differenziano dai tradizionali ausili per l'assistenza personale per il loro approccio predittivo e proattivo, che consente loro di anticipare bisogni, adattarsi a cambiamenti ambientali (es. disposizione degli oggetti, presenza di ostacoli) e co-evolvere con l'utente. In tal senso, l'ambiente domestico diventa un *learning, responsive and empathetic environment*, in cui spazio e tecnologia cooperano nella costruzione di contesti di vita accessibili, flessibili e dignitosi (Vistorte et al., 2024).

Un ulteriore dato, rilevato dalla *review*, riguarda la marginalità di prodotti *AI-powered* riconducibili alla categoria *WIPO Hearing*. Questo esito solleva interrogativi sul bilanciamento degli investimenti in ricerca, suggerendo un potenziale disallineamento tra i bisogni espressi dalle persone con disabilità uditiva e le priorità tecnologiche definite dal mercato e dagli ambiti accademici (Almufareh et al., 2024). Tuttavia, come già segnalato nel *report WIPO* (2021), il settore delle tecnologie assistive per la disabilità uditiva potrebbe aver già raggiunto un livello di maturità tecnologica relativamente avanzato, soprattutto grazie allo sviluppo di dispositivi come gli impianti cocleari, le protesi ossiccolari e gli apparecchi acustici adattivi basati su AI (Essaid et al., 2024). In questo scenario, la ricerca sembrerebbe oggi orientarsi verso l'integrazione di sensori miniaturizzati interagenti con il corpo umano, volti a migliorare la qualità del segnale e l'adattabilità automatica agli ambienti (Rincon et al., 2025).

Contestualmente alla descrizione delle soluzioni di nuova generazione individuate, la *review* ha permesso di identificare anche le principali criticità e sfide che attualmente accompagnano lo sviluppo e l'adozione delle *AI-powered assistive technologies*. Le evidenze mostrano come l'efficacia e l'equità di queste soluzioni non possano prescindere da fattori contestuali quali l'accessibilità economica, l'interoperabilità infrastrutturale, l'alfabetizzazione digitale e tecnologica degli utilizzatori e dei professionisti, e il coinvolgimento delle persone con disabilità in tutte le fasi che riguardano il processo decisionale che porta all'adozione di una determinata AT nonché di un quadro normativo solido che regoli aspetti cruciali connessi all'AI come la trasparenza algoritmica, la sicurezza dei dati e il loro consenso all'uso da parte delle persone con disabilità, la responsabilità nelle decisioni automatizzate (Indrianto et al., 2023; WHO & UNICEF, 2022; WIPO, 2021). A queste variabili si aggiungono fattori personali e caratteristiche di funzionamento associate alla tipologia di disabilità e agli specifici contesti di vita delle persone (Chambers et al., 2023). L'evoluzione delle tecnologie assistive basate su intelligenza artificiale, pertanto, non implica solo un cambiamento nelle funzioni supportate, ma introduce una diversa modalità di relazione tra le persone, gli oggetti tecnici e i contesti di vita. In questa prospettiva, si apre un campo pedagogico innovativo che non riguarda unicamente la formazione all'uso, ma un più ampio processo di educazione alla complessità, in cui le persone sono accompagnate a comprendere, abitare e negoziare spazi tecnologici sempre più adattivi, personalizzati e dinamici (Wald, 2021).

In questo scenario, la co-progettazione – intesa come coinvolgimento attivo delle persone con disabilità fin dalle fasi iniziali del *design* (Schmermbeck et al., 2024; Stevens&Thorud 2016) – e l'adesione ad un approccio sistemico, capace di integrare dimensioni tecnologiche, sociali ed etico-giuridiche (El Morr et al., 2024; Almufareh et al., 2023) si configura come condizione imprescindibile per assicurare che le tecnologie sia effettivamente rispondenti ai bisogni delle persone con disabilità. Solo un ecosistema socio-tecnico inclusivo, equo e partecipativo potrà trasformare il potenziale dell'intelligenza artificiale in una reale opportunità per l'autodeterminazione, l'autonomia e la piena partecipazione delle persone con disabilità (Brotosaputro et al., 2024).

Riflessioni conclusive

L'intelligenza artificiale sta contribuendo a ridefinire in profondità il significato e la funzione delle tecnologie assistive, trasformandole da semplici strumenti di compensazione funzionale in tecnologie abilitanti



intelligenti, capaci di interagire, apprendere e adattarsi alle caratteristiche e ai bisogni unici di ogni persona nell'interazione con i differenti contesti di vita. Questa evoluzione, nonostante il suo carattere in molti casi ancora sperimentale, rappresenta una vera e propria svolta di paradigma: non si tratta più soltanto di supportare, compensare o sostituire una funzione deficitaria, ma di abilitare nuove forme di *agency*, relazione e partecipazione sociale, aprendo scenari inediti per la vita autonoma, l'apprendimento personalizzato, l'inclusione sociale e comunitaria (Quinn, 2021).

Tuttavia, le stesse caratteristiche che rendono l'intelligenza artificiale un potente motore di innovazione inclusiva – come la capacità predittiva e l'autonomia decisionale – possono diventare fattori di vulnerabilità se non accompagnate da un disegno etico, pedagogico e normativo attento. Variabili cruciali quali l'accessibilità economica, la trasparenza algoritmica, la tutela della *privacy*, la formazione all'uso, l'autodeterminazione dell'utilizzatore e la sostenibilità socio-economica delle AT rischiano oggi di determinare chi potrà beneficiare di queste innovazioni e chi, invece, ne sarà escluso (El Morr et al., 2024; Almufareh et al., 2023).

Per questo, il futuro delle *AI-powered assistive technologies* non dipenderà unicamente dal grado di sofisticazione tecnica raggiunta, ma dalla capacità delle istituzioni, dei progettisti e delle comunità di orientare lo sviluppo verso modelli inclusivi, relazionali e giuridicamente sostenibili (de Witte, 2024). In particolare, sarà fondamentale affrontare le criticità legate ai costi elevati di accesso, che ancora costituiscono una delle principali barriere alla diffusione delle tecnologie assistive emergenti, e investire in programmi di formazione continua destinati sia alle persone con disabilità e ai loro familiari sia ai professionisti che operano nei diversi servizi e contesti di vita (Brotosaputro et al., 2024).

Riferimenti bibliografici

- Abbas, A., Zhang, L., Khan, S. U. (2014). A literature review on the state-of-the-art in patent analysis. *World Patent Information*, 37, 3-13.
- Abdi, S., Kitsara, I., Hawley, M. S., De Witte, L. P. (2021). Emerging technologies and their potential for generating new assistive technologies. *Assistive Technology*, 33(sup1), 17-26.
- Abiraj, B., Sethuraman, K., Janney, B., Prince, P. G. K., Sudhakar, T. (2024). Ai-powered automated wheelchair with lane detection. In *2024 International Conference on Emerging Smart Computing and Informatics (ESCI)*, 1-5.
- Almufareh, M. F., Kausar, S., Humayun, M., Tehsin, S. (2024). A conceptual model for inclusive technology: advancing disability inclusion through artificial intelligence. *Journal of Disability Research*, 3(1), 20-28.
- Alsolamy, M., Nadeem, F., Azhari, A. A., Alsolami, W., Ahmed, W. M. (2024). Automated detection and labeling of posterior teeth in dental bitewing X-rays using deep learning. *Computers in Biology and Medicine*, 183, 250-262.
- Ather, A. A., Kumar, S., Anand, M. (2024). Netrasparsh-An Innovative Arduino Based Smart Shoe for Visually Impaired. In *2024 International Conference on Electrical Electronics and Computing Technologies (ICEECT)*, Vol. 1, 1-6.
- Brotosaputro, G., Supriyadi, A., Jones, M. (2024). AI-Powered Assistive Technologies for Improved Accessibility. *International Transactions on Artificial Intelligence*, 3(1), 76-84.
- Cesário, L., Batista, R. F. L., Silva, R. L., Bastos, T. (2025). AI-enabled service robots in elderly care: A review of assistive roles and interaction dynamics. *Assistive Technology Quarterly*, 34(1), 55-72.
- Chambers, V., Artemiadis, P. (2023). Using robot-assisted stiffness perturbations to evoke aftereffects useful to post-stroke gait rehabilitation. *Frontiers in Robotics and AI*, 9, 15-22.
- Choubey, A., Choubey, S. B., Daulatabad, V. S., John, N., (2024). *Healthcare Transformation: Artificial Intelligence Is the Dire Imperative of the Day*. *Cureus*, 16(6), 48-59.
- Collins, J., Nicholson, K. M., Khadir, Y., Stevenson Won, A., Azenkot, S. (2024). An AI Guide to Enhance Accessibility of Social Virtual Reality for Blind People. In *Proceedings of the 26th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*, 1-5.
- Daim, T. U., Rueda, G., Martin, H., Gerdts, P. (2006). Forecasting emerging technologies: Use of bibliometrics and patent analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(8), 981-1012.
- Danai Brilli, D., Georgaras, E., Tsilivaki, S., Melanitis, N., Nikita, K. (2024). Alris: An AI-powered Wearable Assistive Device for the Visually Impaired. *arXiv e-prints*, arXiv-2405.
- de Witte, Luc (2024). Emerging Technologies and the Field of Assistive Technology; Possibilities and Challenges. In:



- Vanessa Heitplatz & Leevke Wilkens (eds.). *Rehabilitation Technology in Transformation: A Human-Technology-Environment Perspective*, 35-43.
- Djenouri, Y., Belbachir, A. N., Cano, A., Belhadi, A. (2024). Spatio-temporal visual learning for home-based monitoring. *Information Fusion*, 101, 101-114.
- El Morr, C., Siddiqi, A., Ritvo, P. (2024). Artificial intelligence and disability: A systematic scoping review. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*.
- Essaid, B., Kheddar, H., Batel, N., Chowdhury, M. E., Lakas, A. (2024). Artificial intelligence for cochlear implants: Review of strategies, challenges, and perspectives. *IEEE Access*.
- Gaya Morey, F. X., Manresa-Yee, C., Buades Rubio, J. M. (2024). An AI-Powered Computer Vision Module for Social Interactive Agents. In *Proceedings of the XXIV International Conference on Human Computer Interaction*, 1-5.
- Galiotta, V., Caracci, V., Toppi, J., Pichiorri, F., Colamarino, E., Cincotti, F., Riccio, A. (2024). P300-based Brain-Computer Interface for communication in assistive technology centers: influence of users' profile on BCI access. *JOURNAL OF NEURAL ENGINEERING*.
- Gamage, B., Holloway, L., McDowell, N., Do, T. T., Price, N., Lowery, A., Marriott, K. (2024). Vision-Based Assistive Technologies for People with Cerebral Visual Impairment: A Review and Focus Study. In *Proceedings of the 26th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility* 1-20.
- Giansanti, D. (2025). Neurovisual prosthetics and AI: Innovations, challenges, and bioethical issues. *Journal of Neurotechnology and Rehabilitation*, 19(2), 123-137.
- Huynh, V., Burger, G., Dang, Q. V., Pelgé, R., Boéris, G., Grizzle, J. W., Masselin, M. (2021). Versatile dynamic motion generation framework: Demonstration with a crutch-less exoskeleton on real-life obstacles at the cybathlon 2020 with a complete paraplegic person. *Frontiers in Robotics and AI*, 8, 723-739.
- Indrianto, I., Abdurasyid, A., Susanti, M. N. I., Ramadhan, A. (2023). Text-to-speech on health monitoring bracelet for the visually impaired. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 12(6), 3826-3836.
- Yanagawa, M., Ito, R., Nozaki, T., Fujioka, T., Yamada, A., Fujita, S., Naganawa, S. (2023). New trend in artificial intelligence-based assistive technology for thoracic imaging. *La radiologia medica*, 128(10), 1236-1249.
- Landers, A. L. (2021). The Patent System, Assistive Technologies, and the Developing World. *Accessible Technology and the Developing World*, 215-221.
- Latif, G., Brahim, G. B., Abdelhamid, S. E., Alghazo, R., Alhabib, G., Alnujaidi, K. (2023). Learning at your fingertips: An innovative iot-based ai-powered braille learning system. *Applied System Innovation*, 6(5), 91-103.
- Maashi, M. S., Haron, H., Abdul Rahman, N. (2025). SACHI-SLRHDL: AI-driven speech recognition system for hearing-impaired users. *International Journal of Assistive Technologies*, 18(1), 29-41.
- Makanyadevi, K., Avinash, M. V., Chandhrakaran, S. V., Kavitha, S., Bhalaram Krishna, S. A., Dhiyanesh, S. (2025). AI-Powered Smart Glasses and Shoes for the Visually Impaired. In *2025 6th International Conference on Mobile Computing and Sustainable Informatics (ICMCSI)*, 1595-1603.
- Miesenberger, K. (2024). Assistive technologies and the digital divide: Reflections on inclusion. *Technology and Disability*, 36(1), 1-9.
- Mo, W., Singh, A., Holloway, C. (2024). From Information Seeking to Empowerment: Using Large Language Model Chatbot in Supporting Wheelchair Life in Low Resource Settings. In *Proceedings of the 26th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility* 1-18.
- Mugisha Emmanuel K. (2025). AI-Driven Robots for Elderly Care: Enhancing Quality of Life. *Research Output Journal of Biological and Applied Science* 5(2):44-49.
- Olawade, D. B., Bolarinwa, O. A., Adebisi, Y. A. Shongwe, S. (2025). The role of artificial intelligence in enhancing healthcare for people with disabilities. *Social Science & Medicine*, 364, 117-126.
- Quinn, G. (2021). *Report of the Special Rapporteur on the rights of persons with disabilities: Artificial intelligence and disability*. United Nations Human Rights Council.
- Rincon Arango, D., Benavides, D. E., Vargas, J. (2025). Social robotics for cognitive support in dementia care: A systematic review. *AI and Health*, 7, 125-136.
- Rosa, C. (2025). AI and adaptive fitness: Technologies to enhance physical participation of persons with motor disabilities. *Journal of Inclusive Sports Science*, 12(1), 11-25.
- Schmermbeck, K., Ott, O., Ralfs, L., Weidner, R. (2024). *Fostering Inclusion: A Regional Initiative Uniting Communities to Co-Design Assistive Technologies*. <https://arxiv.org/pdf/2403.12263>.
- Shou, Y., Meng, T., Ai, W., Xie, C., Liu, H., Wang, Y. (2022). Object detection in medical images based on hierarchical transformer and mask mechanism. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2022(1), 586-599.
- Sivaprasad, R., Jayashree, J., Yazhini, C., Harini, G. S., Prathibanandhi, K. (2024). Smart Goggles for the Visually Impaired. In *2024 International Conference on Power, Energy, Control and Transmission Systems (ICPECTS)*, 1-4.



- Tang, R., Xia, L., Gutierrez, B., Gagne, I., Munoz, A., Eribez, K., Lo, Y. H. (2023). Low-latency label-free image-activated cell sorting using fast deep learning and AI inferencing. *Biosensors and Bioelectronics*, 220, 120-135.
- Tyler, D. J., et al. (2021). Restoration of arm and hand control with an implanted brain–computer interface. *Nature*, 591(7851), 247-252.
- Vistorte, A. O. R., Deroncele-Acosta, A., Ayala, J. L. M., Barrasa, A., López-Granero, C., Martí-González, M. (2024). Integrating artificial intelligence to assess emotions in learning environments: a systematic literature review. *Frontiers in psychology*, 15, 145-165.
- Wald, M. (2021). AI data-driven personalisation and disability inclusion. *Frontiers in artificial intelligence*, 3, 571-584.
- Xu, T. (2024). Analyze of Application of Artificial Intelligence in Robotic Guide Dogs. *Applied and Computational Engineering*, 93, 35-39.