

**Universita' degli Studi di Napoli "Federico II"**  
**Scuola di Medicina e Chirurgia**



**Dipartimento di Farmacia**

**Master di II Livello**

**in**

**Pharmaforward: Gli Orizzonti della Farmacia dei Servizi**

**I robot assistenziali: un ecosistema senza limiti.**

***Care robots: an ecosystem without limits.***

RELATORE

**CH.MO PROF.**

Raffaele Marzano

CANDIDATO

**Dr. Gennaro Maria Nocera**

MATR: KDD/000012

Co-RELATORE

Ing. Claudio Autorino

**ANNO ACCADEMICO 2023/2024**

# INTRODUZIONE

Nel panorama contemporaneo dell'assistenza sanitaria, l'integrazione tra tecnologia avanzata e competenze professionali rappresenta una delle sfide più stimolanti e promettenti. Questa tesi si propone di esplorare come l'intelligenza artificiale e la robotica possano supportare e potenziare il ruolo del farmacista nell'assistenza domiciliare, creando un nuovo paradigma di cura centrato sul paziente e sulle sue esigenze.

L'invecchiamento della popolazione, l'aumento delle patologie croniche e la complessità delle terapie farmacologiche richiedono approcci innovativi che possano garantire un'assistenza efficace, personalizzata e sostenibile. In questo contesto, il farmacista emerge come figura chiave nel garantire l'appropriatezza terapeutica e il monitoraggio continuo dei pazienti, specialmente in ambito domiciliare.

La presente ricerca nasce dalla volontà di indagare come le tecnologie emergenti possano amplificare l'impatto dell'intervento del farmacista, senza sostituire la componente umana ma valorizzandola attraverso strumenti che permettano di superare limitazioni geografiche, temporali e logistiche.

L'obiettivo è delineare un modello di assistenza domiciliare che integri armoniosamente competenze professionali e innovazione tecnologica come robot dotati di intelligenza artificiale, per rispondere in modo più efficace alle esigenze della assistenza territoriale.

Desidero esprimere la mia più sincera gratitudine al Dr. Raffaele Marzano, la cui *guida illuminante* e il costante supporto hanno reso possibile la realizzazione di questo lavoro di tesi. La sua profonda conoscenza del settore farmaceutico e la sua visione innovativa e futuristica hanno rappresentato una fonte inesauribile di ispirazione durante tutto il percorso di studi. Il Dr. Marzano ha saputo trasmettere non solo conoscenze tecniche e metodologiche, ma anche la passione per l'innovazione e l'impegno verso il futuro della professione del Farmacista. I suoi preziosi consigli, le stimolanti discussioni e la capacità di incoraggiare il pensiero critico hanno contribuito in modo determinante alla qualità del percorso di studi e alla mia crescita professionale.

Desidero inoltre ringraziare per la disponibilità dimostrata, per il tempo dedicato e per i numerosi spunti di riflessione, l'Ing. Claudio Autorino e la Protom Robotics srl, che hanno permesso di arricchire significativamente il contenuto della tesi e scoprire nuovi orizzonti per la professione del farmacista.

Ed infine ringrazio la mia famiglia nella persona di mia moglie Silvana e di mio figlio Aldo, che mi hanno supportato ed incoraggiato durante tutto il percorso di studi, credendo con me che l'aggiornamento professionale è la vera linfa della professione del Farmacista.

Gennaro Maria Nocera

# CAPITOLO 1.

## *L'intelligenza artificiale e robot utilizzati per l'assistenza agli anziani.*

Il progressivo invecchiamento della popolazione rappresenta una delle sfide più significative che le società moderne si trovano ad affrontare. In Italia, come in molti altri paesi sviluppati, la percentuale di persone over-65 è in costante aumento, con previsioni che indicano un ulteriore incremento nei prossimi decenni. Questo fenomeno demografico porta con sé numerose implicazioni, tra cui la crescente necessità di assistenza domiciliare per gli anziani che desiderano mantenere la propria indipendenza rimanendo nelle loro abitazioni.

L'assistenza agli anziani a domicilio presenta sfide complesse e multidimensionali. Da un lato, vi è la necessità di garantire sicurezza, supporto nelle attività quotidiane e monitoraggio delle condizioni di salute; dall'altro, è fondamentale preservare l'autonomia, la dignità e il benessere psicologico della persona.

A queste esigenze si aggiunge spesso la difficoltà di reperire assistenti qualificati e la sostenibilità economica dell'assistenza continuativa. In questo contesto, la tecnologia e in particolare l'intelligenza artificiale stanno emergendo come potenziali alleati nell'affrontare queste sfide. I robot assistenziali, i sistemi domotici intelligenti e gli assistenti virtuali rappresentano soluzioni innovative che potrebbero trasformare radicalmente il modo in cui concepiamo l'assistenza domiciliare agli anziani. Queste tecnologie promettono di migliorare la qualità della vita, aumentare l'autonomia e fornire un supporto costante sia agli anziani che ai loro caregiver. Tuttavia, l'integrazione di robot dotati di intelligenza artificiale nell'assistenza agli anziani solleva anche importanti questioni etiche, sociali e pratiche. È fondamentale comprendere non solo le potenzialità di queste tecnologie, ma anche i loro limiti e le implicazioni del loro utilizzo nella vita quotidiana delle persone anziane.

Nel panorama attuale possiamo identificare diverse tipologie di robot e sistemi intelligenti progettati specificamente per l'assistenza agli anziani.

Ciascuna categoria presenta caratteristiche distintive e risponde a esigenze specifiche, offrendo soluzioni complementari che possono essere integrate per creare un ambiente assistenziale completo.

## 1.1 Robot umanoidi

I robot umanoidi rappresentano una delle soluzioni più avanzate nel campo dell'assistenza agli anziani. Questi dispositivi sono progettati per simulare, in varia misura, l'aspetto e il comportamento umano, facilitando così l'interazione con gli anziani. La loro forma antropomorfa e la capacità di comunicare in modo naturale li rendono particolarmente adatti per compiti che richiedono un'interazione sociale e un supporto emotivo.

Come riportato dall'Aging Project dell'Università del Piemonte Orientale, progetto di eccellenza del Dipartimento di Medicina Traslazionale, che si propone di affrontare la sfida, scientifica e sociale, dell'invecchiamento; un esempio significativo è **Pepper**, (figura.1) un robot semi-umanoide alto circa 120 cm che viene utilizzato presso l'IRCSS Casa Sollievo della Sofferenza di San Giovanni Rotondo per assistere gli anziani affetti da declino cognitivo e difficoltà di movimento. Pepper è in grado di riconoscere le emozioni umane, comunicare verbalmente e fornire supporto in varie attività quotidiane.

La sua capacità di interagire lo rende particolarmente adatto per attività di stimolazione cognitiva e sociale. Nel contesto della struttura assistenziale, Pepper viene utilizzato per guidare sessioni di ginnastica dolce, proporre giochi di memoria, facilitare videochiamate con i familiari e fornire intrattenimento attraverso musica e racconti.

I risultati preliminari dell'impiego di Pepper mostrano effetti positivi sul benessere psicologico degli ospiti, con un aumento dell'interazione sociale e una riduzione dei sintomi depressivi. Tuttavia, l'esperienza ha anche evidenziato la necessità di un'adeguata formazione del personale e di un costante aggiornamento delle funzionalità del robot per rispondere alle esigenze specifiche degli utenti.



Figura 1: *Robot Pepper*

Un altro esempio interessante è **Nadine**, uno dei robot più "umani" al mondo per fattezze, capacità interattive e comportamento. Progettato presso il polo tecnologico della *Singapore Nanyang*, dotata di pelle morbida e capelli castani, le sono state date le fattezze della sua ideatrice, ovvero di Nadia Thalmann, direttrice dell'Institute for Media Innovation. (figura 2). Sperimentato presso la casa di cura Bright Hill Evergreen di Singapore, Nadine ha dimostrato di essere particolarmente efficace nell'intrattenimento e nella stimolazione sociale degli anziani. (figura 3).

Gli studi condotti hanno evidenziato che gli anziani si divertivano di più in compagnia del robot: il loro volto appariva più felice e sorridente, la loro attenzione era più alta e si distraevano meno.



Figura 2: Robot Nadine



Figura3: Sessione di stimolazione con Nadine

## 1.2 Robot con sembianze animali

I robot con sembianze animali, noti anche come robot zoomorfi o pet-robot, sono progettati per offrire compagnia e supporto emotivo simulando il comportamento di animali domestici. Questi robot risultano particolarmente efficaci nel ridurre lo stress, l'ansia e il senso di solitudine negli anziani, specialmente in quelli affetti da demenza. Il caso più noto è quello di **Paro**, (figura 4) un robot a forma di cucciolo di foca sviluppato in Giappone.

Come evidenziato dagli studi citati dall'Aging Project, Paro è stato progettato specificamente per fornire sostegno emotivo e sociale alle persone con demenza senile. Le ricerche suggeriscono che gli interventi clinico-assistenziali con Paro migliorano la qualità della vita e l'interazione sociale, riducendo al contempo l'uso di farmaci psicotropi e antidolorifici.

È interessante notare come, in generale, i robot con sembianze umane vengano impiegati soprattutto nei compiti dell'assistenza e della comunicazione, mentre quelli con sembianze animali mostrino maggiore efficacia sullo stato emotivo degli anziani, offrendo un tipo di interazione più semplice e meno soggetta a aspettative complesse.



Figura 4: *Robot Paro*

### **1.3 Sistemi domotici integrati**

I sistemi domotici integrati rappresentano un approccio più pervasivo e meno visibile all'assistenza tecnologica. Questi sistemi trasformano l'intera abitazione in un ambiente intelligente e reattivo, capace di monitorare, assistere e proteggere l'anziano in modo discreto ma costante. Un esempio significativo è il kit domotico testato in Alto Adige e descritto nello studio condotto dal centro Eurac Research Bolzano. Questo sistema, sperimentato da 36 individui di età compresa fra i 65 e i 94 anni, era composto da vari oggetti connessi in rete: un tablet, un orologio di emergenza e sensori posizionati in punti strategici della casa. Il sistema integrato si è rivelato utile per monitorare le abitudini dell'anziano, controllare i suoi parametri vitali, agevolarlo nelle attività quotidiane e allertare i soccorsi in caso di emergenza.

Le funzionalità di questi sistemi possono includere l'accensione automatica delle luci quando l'anziano si alza di notte, l'emissione di segnali acustici in caso di situazioni potenzialmente

pericolose (come un fornello dimenticato acceso), o l'invio di **alert** ai caregiver quando vengono rilevate anomalie nelle abitudini quotidiane dell'anziano.

#### 1.4 Assistenti virtuali e robot mobili specializzati

Gli assistenti virtuali, spesso integrati in dispositivi come smart speaker o tablet, offrono un'interfaccia vocale semplice e intuitiva per l'interazione con vari servizi e funzionalità.

Questi sistemi possono aiutare gli anziani a gestire promemoria, effettuare chiamate, controllare dispositivi domestici o accedere a informazioni e intrattenimento. Parallelamente, stanno emergendo robot mobili specializzati che combinano la mobilità con funzionalità specifiche. Un esempio innovativo è **Marvin** (figura .5), sviluppato dal Centro Interdipartimentale per la Robotica di servizio-PIC4SeR del Politecnico di Torino. Come riportato dal Politecnico stesso, Marvin è una piattaforma robotica di assistenza sviluppata con un'architettura modulare che unisce un design meccanico flessibile a un'intelligenza artificiale all'avanguardia per la percezione e il controllo vocale.



Figura 5: *Robot Marvin*



Una caratteristica distintiva di Marvin è la sua mobilità agile e la capacità di evitare gli ostacoli, presentandosi come una piccola piattaforma omnidirezionale. Il robot è inoltre dotato di un dispositivo di posizionamento controllabile fornito all'utente, che consente di accedere facilmente all'interfaccia per la connettività, estendendo la portata visiva del sensore della fotocamera.

Particolare attenzione è stata riservata alla questione della privacy, con l'adozione di soluzioni leggere di deep learning per la percezione visiva e il comando vocale, che garantiscono il funzionamento completamente offline sull'hardware incorporato del robot. Questo approccio risponde a una delle principali preoccupazioni relative all'uso di assistenti robotici, ovvero la raccolta e la gestione dei dati personali.

Marvin è stato progettato specificamente per fornire supporto agli anziani in casa, con particolare attenzione al monitoraggio degli anziani e dei soggetti a mobilità ridotta, alla presenza e connettività remota, e all'assistenza notturna. Una caratteristica distintiva di questo robot è la sua capacità di riconoscere i proprietari anche al buio, illuminandosi o lanciando l'allarme in caso di necessità. Queste diverse tipologie di robot e con i loro sistemi assistenziali non sono mutuamente esclusive, ma possono essere integrate in soluzioni personalizzate che rispondano alle specifiche esigenze dell'anziano e del suo ambiente domestico, creando un ecosistema tecnologico di supporto completo e adattabile. Sebbene Marvin sia ancora in fase di sviluppo e perfezionamento, rappresenta un esempio significativo di come la ricerca italiana stia contribuendo all'avanzamento delle tecnologie assistenziali, con particolare attenzione alle esigenze specifiche degli anziani nel contesto domestico.

## CAPITOLO 2.

### *Benefici e limiti dei robot assistenziali*

L'integrazione di robot dotati di intelligenza artificiale nell'assistenza agli anziani offre numerosi potenziali benefici che spaziano dal miglioramento della salute e della sicurezza all'incremento dell'autonomia e della qualità della vita. Analizzando le evidenze raccolte da studi e sperimentazioni, possiamo identificare tre principali aree di beneficio:

1. **Monitoraggio della salute e sicurezza.** Uno dei contributi più significativi dei robot assistenziali riguarda il monitoraggio continuo della salute e della sicurezza degli anziani. Questi robot, collegati con dispositivi smart, possono vigilare sui parametri vitali come pressione arteriosa, temperatura, glicemia, battiti cardiaci; identificando tempestivamente situazioni anomale o potenzialmente pericolose. I robot possono monitorare il paziente, segnalando eventuali anomalie ai medici, ai farmacisti o ai familiari. Sensori avanzati, integrati negli ambienti domestici, permettono di identificare cambiamenti comportamentali che potrebbero indicare problemi di salute. Questa capacità di monitoraggio non invasivo rappresenta un valore aggiunto particolarmente importante per gli anziani che vivono soli. L'esperimento condotto in Alto Adige dal centro Eurac Research dimostra l'efficacia di questi sistemi: i sensori posizionati in punti strategici della casa (come sul frigorifero) possono rilevare deviazioni dalle abitudini quotidiane dell'anziano e inviare **alert** ai caregiver. Altri sensori possono comandare l'accensione automatica della luce quando l'anziano si alza di notte o l'emissione di un segnale acustico quando una pentola viene dimenticata sul fornello acceso, prevenendo così potenziali incidenti domestici. Inoltre, robot come Marvin, sviluppato dal Politecnico di Torino, possono riconoscere i proprietari anche al buio, illuminandosi o lanciando l'allarme in caso di necessità, offrendo così un ulteriore livello di sicurezza, particolarmente utile nelle ore notturne quando il rischio di cadute o altri incidenti aumenta.
2. **Supporto cognitivo e sociale.** I robot assistenziali possono offrire un importante contributo nel mantenimento delle funzioni cognitive e nel contrasto all'isolamento sociale, problematiche frequenti tra gli anziani che vivono soli. La stimolazione cognitiva può essere fornita attraverso esercizi di memoria e attività cognitive personalizzate. Robot come Pepper, utilizzato presso l'IRCSS Casa Sollievo della

Sofferenza, possono proporre giochi interattivi adattati alle capacità dell'anziano, contribuendo a rallentare il declino cognitivo. La compagnia e l'interazione sociale rappresentano un'applicazione particolarmente significativa. L'esperimento condotto con il robot Nadine presso la casa di cura Bright Hill Evergreen di Singapore ha dimostrato come i robot conversazionali possano efficacemente combattere la solitudine, stimolando l'interazione e migliorando l'umore degli anziani. Questi robot possono anche facilitare le video chiamate con familiari e amici, mantenendo vivi i legami sociali nonostante eventuali difficoltà di mobilità. Il supporto emotivo è un'area in cui i robot con sembianze animali hanno mostrato risultati particolarmente promettenti. Come evidenziato dagli studi su Paro, questi robot possono riconoscere stati emotivi e rispondere adeguatamente, offrendo conforto nei momenti di difficoltà e riducendo stress e ansia. La loro efficacia nel migliorare la qualità della vita e ridurre l'uso di farmaci psicotropi nelle persone con demenza dimostra il potenziale terapeutico di queste applicazioni. Le applicazioni pratiche dei robot assistenziali in ambito domestico sono molteplici e in continua evoluzione, rispondendo a esigenze diverse e complementari. L'efficacia di queste soluzioni dipende dalla loro capacità di *integrarsi armoniosamente nell'ambiente domestico e nelle abitudini dell'anziano*, offrendo un supporto personalizzato e non invasivo che rispetti l'autonomia e la dignità della persona.

3. **Supporto all'autonomia e qualità della vita.** I robot assistenziali possono contribuire significativamente al mantenimento dell'autonomia degli anziani, permettendo loro di continuare a vivere nelle proprie abitazioni più a lungo e con maggiore indipendenza. La capacità di rispondere a comandi vocali semplifica ulteriormente l'interazione con queste tecnologie, rendendole accessibili anche a chi ha limitate competenze digitali. Oltre al supporto pratico, i robot avanzati possono offrire compagnia e stimolazione cognitiva. L'esperimento condotto con il robot Nadine presso la casa di cura Bright Hill Evergreen di Singapore ha dimostrato che gli anziani si divertivano di più in compagnia del robot: il loro volto appariva più felice e sorridente, la loro attenzione era più alta e si distraevano meno. Questa capacità di intrattenimento e stimolazione può contribuire significativamente a contrastare il declino cognitivo e l'isolamento sociale. Particolarmente interessante è il caso dei robot con sembianze animali, come Paro. Gli studi suggeriscono che gli interventi clinico-assistenziali con questo robot a forma di

foca migliorano la qualità della vita e l'interazione sociale e riducono l'uso di farmaci psicotropi e antidolorifici nelle persone con demenza, dimostrando come il supporto emotivo fornito da questi dispositivi possa avere effetti tangibili sul benessere complessivo degli anziani.

4. **Vantaggi per caregiver e familiari.** I benefici dei robot assistenziali non si limitano agli anziani stessi, ma si estendono anche ai caregiver e ai familiari, offrendo loro supporto e tranquillità. Il monitoraggio remoto permette ai familiari di essere costantemente informati sulle condizioni dell'anziano senza dover essere fisicamente presenti, riducendo l'ansia e permettendo interventi tempestivi in caso di necessità. *Questo aspetto è particolarmente rilevante considerando che molti caregiver devono bilanciare l'assistenza all'anziano con altri impegni lavorativi e familiari.* Inoltre, l'automazione di compiti ripetitivi e il supporto nelle attività quotidiane possono ridurre il carico assistenziale sui caregiver, permettendo loro di concentrarsi sugli aspetti relazionali ed emotivi dell'assistenza; questo non significa sostituire il contatto umano, ma piuttosto ottimizzare le risorse assistenziali e migliorare la qualità del tempo trascorso insieme. I sistemi robotici possono anche fornire dati oggettivi sulle condizioni e le abitudini dell'anziano, supportando decisioni assistenziali più informate e facilitando la comunicazione con il personale sanitario. Questa raccolta sistematica di informazioni può essere particolarmente utile per monitorare l'evoluzione di condizioni croniche o per valutare l'efficacia di interventi terapeutici.

In sintesi, i robot assistenziali offrono un triplice beneficio: migliorano la sicurezza e il monitoraggio della salute degli anziani, supportano la loro autonomia e la qualità della vita, e forniscono un valido aiuto ai caregiver e ai familiari. (Figura 6)

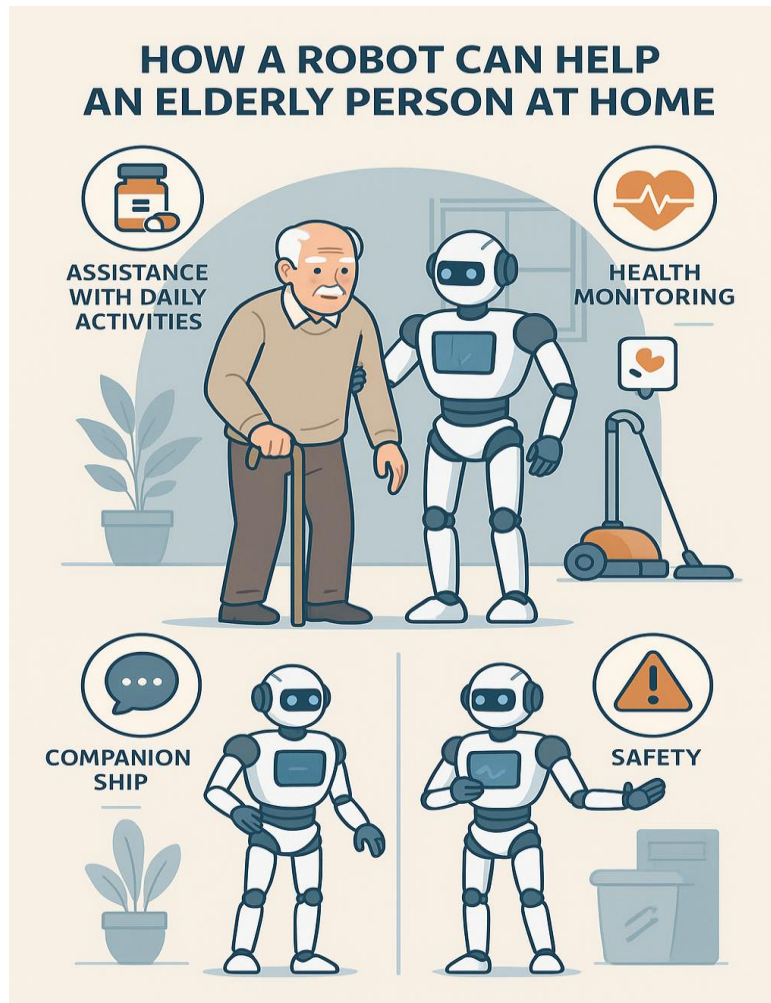


Figura 6: Le finalità assistenziali di un robot

## 2.1 Limiti e sfide

Nonostante i numerosi benefici potenziali, l'integrazione di robot dotati di intelligenza artificiale nell'assistenza agli anziani presenta anche significativi limiti e sfide che è necessario considerare attentamente. Questi aspetti possono essere raggruppati in tre principali categorie: limiti tecnologici, questioni etiche e sociali, e sfide nell'assistenza complessa.

1. **Limiti tecnologici attuali.** I robot assistenziali, per quanto avanzati, presentano ancora importanti limitazioni tecniche che ne condizionano l'efficacia e l'applicabilità in contesti domestici reali. *La navigazione in ambienti domestici non strutturati rappresenta una sfida significativa.* Come evidenziato dal Politecnico di Torino nella

presentazione di Marvin, tra gli assistenti robotici in uso, non esistono piattaforme capaci di combinare con successo una mobilità affidabile in spazi domestici disordinati con tecnologie di intelligenza artificiale leggere e offline. Le case degli anziani sono spesso ambienti complessi, con ostacoli, spazi ristretti e configurazioni variabili, che possono mettere in difficoltà i sistemi di navigazione robotica. Un altro limite riguarda l'affidabilità e la manutenzione. I robot assistenziali richiedono regolare manutenzione tecnica e aggiornamenti, aspetti che possono risultare problematici per gli anziani con limitate competenze tecnologiche. Inoltre, *l'autonomia energetica limitata* e la possibilità di malfunzionamenti in situazioni critiche sollevano preoccupazioni sulla loro affidabilità come strumenti di assistenza primaria. L'interazione uomo-macchina rappresenta un'ulteriore area di criticità. Nonostante i progressi nel riconoscimento vocale e nell'elaborazione del linguaggio naturale, i robot possono ancora incontrare difficoltà nel comprendere comandi in contesti rumorosi, dialetti regionali o espressioni idiomatiche. Questa limitazione può risultare particolarmente frustrante per gli anziani, che potrebbero avere difficoltà ad adattare il proprio modo di comunicare alle esigenze del robot. Peraltro, va anche detto che questi limiti sono in un prossimo futuro risolvibili, in quanto con l'applicazione sempre più diffusa dell'IA e di nuove tecnologie su batterie a lunga durata tali limiti verranno superati.

2. **Questioni etiche e sociali.** L'introduzione di robot assistenziali nella vita degli anziani solleva importanti questioni etiche e sociali che non possono essere ignorate. Come sottolineato dall'Aging Project dell'Università del Piemonte Orientale, permangono difficoltà di natura etica e legale sul fronte della privacy, del trattamento dei dati personali e del consenso informato. I robot e i sistemi domotici raccolgono continuamente dati sensibili sulla salute e le abitudini degli anziani, sollevando preoccupazioni sulla protezione di queste informazioni e sul loro potenziale utilizzo. La questione diventa ancora più complessa quando si considerano anziani con deficit cognitivi, che potrebbero non essere in grado di fornire un consenso pienamente informato. Un aspetto particolarmente delicato riguarda l'impatto psicologico e relazionale. Esiste il rischio che l'introduzione di robot assistenziali possa portare a una riduzione del contatto umano, aggravando potenzialmente l'isolamento sociale degli anziani invece di alleviarlo. La percezione di essere costantemente monitorati potrebbe inoltre generare sensazioni di disagio e perdita di privacy, con possibili ripercussioni

sulla dignità e l'autostima dell'anziano. Pertanto, il supporto umano rappresenta **un valore inestimabile** nell'assistenza agli anziani. Le competenze emotive, l'empatia e la capacità di interpretare le sfumature dei bisogni personali non possono essere replicate da un robot. Un caregiver professionista riesce a cogliere le emozioni, offrendo conforto e dialogo empatico, aspetti che rimangono al di là delle capacità dei sistemi artificiali. Un'ulteriore sfida sociale riguarda l'accessibilità e il divario digitale. I costi elevati delle soluzioni robotiche avanzate possono limitarne l'accesso a fasce economicamente svantaggiate, creando potenziali disparità nell'assistenza. Inoltre, come evidenziato dall'Aging Project, la scarsa digitalizzazione dei cittadini over 60 rappresenta un ostacolo significativo all'adozione di queste tecnologie.

3. **Sfide nell'assistenza complessa** I robot assistenziali mostrano limiti significativi quando si tratta di fornire assistenza in situazioni complesse o che richiedono competenze specificamente umane. Fortunatamente l'incapacità di sostituire il contatto umano emerge come uno dei limiti più evidenti. I robot, per quanto avanzati, non possono offrire empatia autentica, comprensione emotiva profonda o conforto genuino. L'anziano ha esigenze specifiche che richiedono flessibilità e intuito umano per essere comprese e soddisfatte. Un assistente umano può adattare le proprie azioni in tempo reale, offrendo risposte immediate a necessità impreviste, una capacità che rimane al di là delle possibilità dei sistemi artificiali attuali. Nell'ambito dell'assistenza sanitaria, i robot presentano limiti significativi nell'esecuzione di procedure mediche complesse, nella valutazione clinica approfondita e nel riconoscimento di sintomi sottili o atipici. Le decisioni mediche importanti richiedono ancora la supervisione e il giudizio di professionisti umani qualificati. L'integrazione con i servizi esistenti rappresenta un'ulteriore sfida. Mancano ancora protocolli standardizzati per l'utilizzo dei robot assistenziali nel contesto del sistema sanitario tradizionale, e questioni di responsabilità legale in caso di incidenti rimangono in gran parte irrisolte. Pertanto, l'ipotesi di demandare interamente ad un robot o un assistente virtuale i compiti clinici e assistenziali non sembra ancora un'opzione plausibile né tantomeno auspicabile.

In sintesi, mentre i robot assistenziali offrono promettenti opportunità per migliorare l'assistenza agli anziani, è fondamentale riconoscerne i limiti attuali e affrontare le sfide etiche, sociali e pratiche che la loro adozione comporta. La consapevolezza di questi aspetti è

essenziale per sviluppare approcci equilibrati che integrino efficacemente la tecnologia con l'assistenza umana.

Una soluzione che può aiutare a superare in parte tali aspetti è l'assistenza specializzata di una figura che possa aiutare il caregiver nella gestione dell'anziano e programmare il robot con IA, nella gestione dell'anziano. La figura del farmacista, alla luce di questa nuova frontiera, può rappresentare un supporto fondamentale: da sempre è un interlocutore efficace tra medico, paziente e caregiver al fine di migliorare l'assistenza territoriale e l'aderenza terapeutica.



## CAPITOLO 3.

### *Il Farmacista e l'assistenza domiciliare tramite Robot con Intelligenza Artificiale*

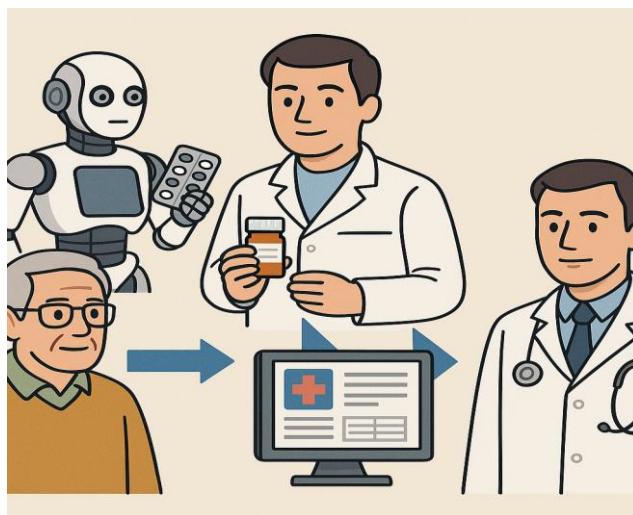
L'evoluzione tecnologica sta trasformando profondamente il settore sanitario, offrendo nuove opportunità per migliorare l'assistenza ai pazienti, in particolare nell'ambito domiciliare.

In questo contesto, l'integrazione di robot dotati di intelligenza artificiale rappresenta una frontiera innovativa che può rivoluzionare il ruolo del farmacista nell'assistenza domiciliare.

Il farmacista, figura professionale storicamente legata alla dispensazione e alla consulenza sui farmaci, sta evolvendo verso un ruolo sempre più centrale nell'assistenza sanitaria territoriale.

La possibilità di estendere questo ruolo attraverso l'utilizzo di robot con IA apre scenari inediti, permettendo di superare barriere geografiche, temporali e logistiche che spesso limitano l'accesso alle cure, specialmente per pazienti anziani, con mobilità ridotta o affetti da patologie croniche. L'assistenza domiciliare rappresenta un ambito di particolare rilevanza in questo scenario, poiché consente di mantenere il paziente nel proprio ambiente familiare, riducendo il ricorso all'ospedalizzazione e migliorando la qualità della vita.

L'integrazione di robot con IA in questo contesto può potenziare significativamente l'efficacia dell'intervento del farmacista, creando un ponte tecnologico tra il professionista e il paziente (Figura 7).



*Figura 7: Il robot come ponte tecnologico*

Il farmacista può svolgere un ruolo fondamentale nell'assistenza domiciliare, che va ben oltre la semplice dispensazione dei farmaci. Tra le principali funzioni che caratterizzano questo ruolo troviamo:

1. **Consulenza farmacologica personalizzata.** Il farmacista fornisce informazioni dettagliate sui farmaci prescritti, spiegando modalità di assunzione, possibili effetti collaterali e interazioni con altri farmaci o alimenti. Questa consulenza è particolarmente preziosa per i pazienti anziani o con patologie croniche, che spesso seguono terapie complesse con molteplici farmaci.
2. **Monitoraggio dell'aderenza terapeutica.** Uno degli aspetti più critici nella gestione delle terapie domiciliari è l'aderenza del paziente al regime terapeutico prescritto. Il farmacista può monitorare l'aderenza, identificare eventuali problemi e proporre soluzioni per migliorarla, come l'utilizzo di dispositivi di promemoria o la semplificazione degli schemi terapeutici.
3. **Valutazione delle interazioni farmacologiche.** I pazienti che assumono più farmaci sono a rischio di interazioni potenzialmente dannose. Il farmacista può analizzare il profilo farmacologico completo del paziente, identificare possibili interazioni e suggerire modifiche al regime terapeutico in collaborazione con il medico curante.
4. **Preparazione di farmaci personalizzati.** In alcuni casi, il farmacista può preparare formulazioni personalizzate per rispondere alle specifiche esigenze del paziente, come dosaggi non disponibili commercialmente o forme farmaceutiche alternative per pazienti con difficoltà di deglutizione.
5. **Coordinamento con altri professionisti sanitari.** Il farmacista collabora con medici, infermieri e altri operatori sanitari per garantire un'assistenza integrata e coerente. Questa funzione di coordinamento è essenziale per ottimizzare i risultati terapeutici e prevenire errori o duplicazioni.

Nel prossimo capitolo, ipotizzeremo come queste funzioni del farmacista possono essere mediate ed allo stesso tempo amplificate con l'ausilio di un dispositivo robotico.

## CAPITOLO 4.

### *Assistenza domiciliare ed aderenza terapeutica con il Robot-caregiver.*

L'integrazione di robot dotati di intelligenza artificiale nell'assistenza farmaceutica domiciliare si basa su diverse tecnologie innovative, ciascuna con specifiche applicazioni e potenzialità.

I robot caregiver sono dispositivi progettati per interagire con i pazienti e fornire assistenza nelle attività quotidiane, inclusa la gestione dei farmaci.

Questi robot, che rientrano nel dominio dei Social Robot, hanno capacità di apprendimento intuitivo, ed a differenza della classica interfaccia degli assistenti vocali o interfacce AI (tipo Siri, Gemini, Alexa ecc), il robot proprio per le sue caratteristiche è *empatico*, in quanto può osservare il paziente mentre gli parla, lo può riconoscere e ricorda tutte le conversazioni fatte; inoltre è personalizzabile per età, sesso e abitudini/preferenze del suo interlocutore.

La loro programmazione completata con l'uso dell'IA permette di adattarsi alle varie esigenze specifiche del paziente. I social robot riescono a sviluppare una spiccata interazione con l'utente (facilitandone così *l'accettazione da parte di pazienti di diverse età*) e possono implementare specifiche funzionalità apposite per la gestione di pazienti poli-terapici cronici.

Inoltre l'integrazione tra robot e sistemi di telemedicina rappresenta una frontiera particolarmente promettente per l'assistenza farmaceutica domiciliare. Questi sistemi combinano: la capacità di video-chiamata per il contatto diretto tra farmacista e paziente ed il monitoraggio remoto di parametri vitali e altri indicatori di salute.

Pertanto con le nuove tecnologie vi è una trasmissione sicura di dati sanitari, per le valutazioni a distanza, unita peraltro ad interfacce software intuitive.

L'integrazione di robot con IA nell'assistenza farmaceutica domiciliare apre quindi a numerose possibilità di intervento.

***Il farmacista può configurare il robot-caregiver per la gestione personalizzata della terapia farmacologica del paziente e controllare in collaborazione con il medico curante e con il caregiver lo stato di salute del paziente. (Figura 8)***



Figura 8: *La collaborazione tra robot e farmacista*

Pertanto il farmacista con il supporto del robot può organizzare i farmaci in base agli orari di assunzione, programmando promemoria sonori o visivi quando è il momento di assumere un farmaco; Il robot ne registra l'avvenuta assunzione o segnalare eventuali dimenticanze al caregiver. Lo stesso robot può comunicare al farmacista e al medico eventuali problemi di aderenza terapeutica.

Attraverso un robot dotato di capacità di video-chiamata, il farmacista può fornire consulenza a distanza al paziente; questo tipo di interazione mantiene il rapporto umano tra farmacista e paziente, pur eliminando la necessità di spostamenti fisici.

Inoltre il Robot dotato di IA può adoperare un linguaggio semplificato ed un tono rassicurante per il paziente, ricevere comandi vocali intuitivi (*“Quando devo prendere la prossima medicina?”*) e dare, attingendo ad una base di conoscenza validata dal farmacista, una spiegazione chiara e semplice su: posologia, modalità di assunzione (*prima/dopo i pasti, con acqua, ecc.*) ed effetti collaterali più comuni. Inoltre, può dare supporto al paziente in caso di dimenticanze, dubbi o interazioni sospette.

Opportunamente programmato può fornire suggerimenti sullo stile di vita da adottare e sull'alimentazione da seguire quotidianamente.

Il robot equipaggiato con sensori (o collegandosi direttamente a questi tramite Bluetooth o Wifi) può monitorare parametri clinici rilevanti per la terapia farmacologica e per lo stato di salute del paziente: come la misurazione di pressione arteriosa, glicemia, saturazione di ossigeno o altri parametri. Tali dati, una volta registrati possono essere accessibili al medico curante ed al

farmacista favorendo una corretta visione dello stato di salute del paziente. Questo monitoraggio continuo permette interventi tempestivi in caso di problemi e un'ottimizzazione costante della terapia.

Con la gestione adeguata dell'aderenza terapeutica il robot può essere adoperato come strumento utile alla gestione delle scorte di farmaco dell'anziano, segnalando quale farmaco sta per terminare ed avvisare il medico per le eventuali prescrizioni che lo stesso robot, una volta ricevute dal medico, può inviare in farmacia, per una eventuale consegna a domicilio dei farmaci richiesti.

Lo stesso può allertare il paziente della imminente scadenza di eventuali Piani Terapeutici, ed avvisare il caregiver ed il medico per l'eventuale rinnovo; peraltro può essere adoperato come promemoria di visite mediche specialistiche o di controllo.

**D'altronde il robot, avendo la possibilità di registrare e memorizzare una gran quantità di dati inerenti al paziente, può produrre periodicamente report completi ed affidabili sull'aderenza terapeutica e sullo stato di salute dell'assistito.**

Gli errori dall'assunzione di farmaci rappresentano un rischio significativo, specialmente nell'ambiente domiciliare. I robot, con AI, possono ridurre questi errori attraverso la verifica dell'identità del farmaco tramite riconoscimento visivo con una telecamera installata al robot prima dell'assunzione del farmaco da parte del paziente o adoperare un device esterno come blister elettronici (Smart Blister Card di Schreiner MediPharm), tutti collegati al robot per una dispensazione automatizzata di farmaci. (Figura n.9/10/11)



Figura 9-10: Esempio di Blister elettronico con allarmi e wireless SimpleMed+

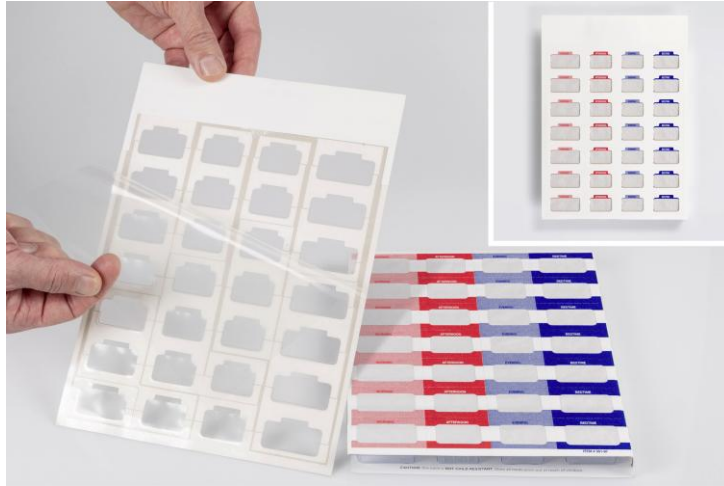


Figura 11: *Smart Blister Card* della Schreiner MediPharm: sono integrate linee conduttive combinate con un'unità elettronica. Non appena il paziente spinge le compresse fuori da una cavità, vengono generati dati in tempo reale

La segnalazione di potenziali errori prima della somministrazione e la conseguente riduzione degli errori di medicazione, può prevenire eventi avversi, quindi evitare ospedalizzazioni e complicanze, con significativi benefici per la salute del paziente e *risparmi economici per il sistema sanitario*.

## CAPITOLO 5.

### ***PROBOT® - CARE: un progetto di Robot-caregiver***

La Protom Robotics s.r.l. è una azienda napoletana che nasce nel 2021, con l'obiettivo di progettare e realizzare robot sociali innovativi, pensati per elevare la qualità della vita nei contesti in cui accessibilità e fruibilità sono fondamentali.

Il risultato è **PROBOT**, un robot *empatico* che sente, parla, vede e adatta le sue interazioni in base all'interlocutore, al contesto e alle informazioni memorizzate a breve e a lungo termine, fornendo un'esperienza di dialogo naturale ed efficace. Grazie alle avanzate capacità offerte dall'Intelligenza Artificiale, LLM (*large language model*) e Computer- Vision, PROBOT può trovare applicazione in molteplici ambiti, tra cui spiccano quelli del settore sanitario, educativo e dei servizi pubblici e privati. Un design vincente ed interamente sviluppato in Italia, con lo scopo di semplificare la comunicazione e potenziare l'empatia, con un occhio attento alla manutenibilità ed alla sostenibilità. (Figura 12)

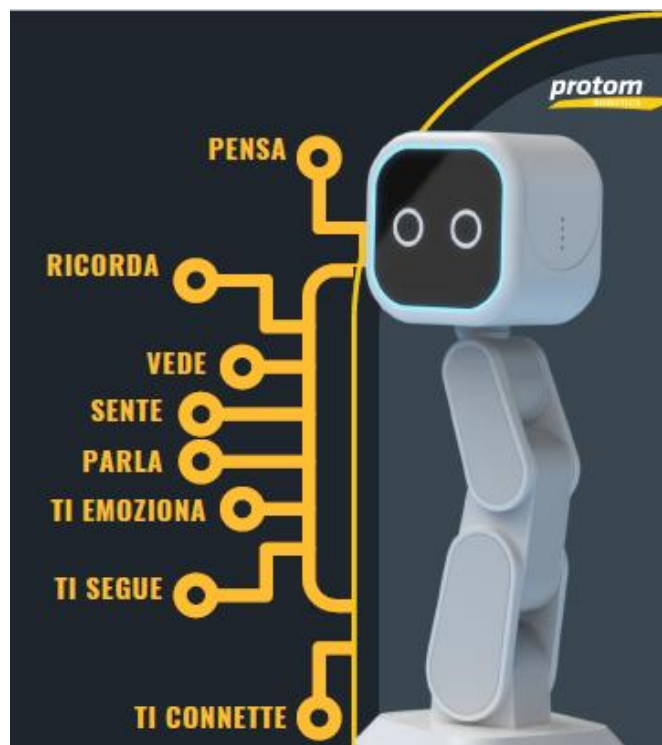


Figura 12 *Probot di Protom Robotics*

La Protom, sta studiando un Probot che stia vicino all'anziano e lo aiuti, attingendo ad una costellazione di sensoristica (wearable e non), nella quotidiana conduzione della vita, favorendo l'approccio alle cure domiciliari più precisa ed aderente alle terapie prescritte.

Contestualmente tale robot è capace di stimolare l'anziano con dialoghi fluidi, o esercizi cognitivi pre-impostati. Il Robot impara da ciò che gli comunica il paziente e unitamente alla sua programmazione si configura un aiuto personalizzabile.

Come già ampiamente detto in precedenza *il farmacista di fiducia può programmare il robot*, in questo caso il Probot, dando un supporto prezioso alla cura del paziente e alla sua aderenza terapeutica.

Protom infatti sta approfondendo, nelle sue ricerche, soprattutto le dinamiche degli anziani con multimorbidità, dove la presenza di diverse terapie e di molteplici medici specialisti può essere supportata dalla presenza di un social robot "mediatore".

L'obiettivo principale di Protom è quello di creare una soluzione innovativa per il monitoraggio continuo di anziani con multimorbidità, sfruttando tecnologie ICT all'avanguardia, metodologie di intelligenza artificiale ed un robot sociale in un unico framework integrato.

Grazie alla sua implicita capacità di integrare dati e gestire una conversazione in modo naturale, il social robot può rappresentare una soluzione avanzata per superare le sfide legate all'usabilità, alla qualità della vita, alle barriere tecnologiche.

Di seguito verrà fatto un pratico esempio di programmazione del Probot e un esempio di caso d'uso che lo stesso può affrontare.



## 5.1 Caso d'uso di Probot per la gestione dei pazienti

### Funzionalità principali del robot

1. *Controllo dell'aderenza terapeutica*
2. *Gestione personalizzata della patologia attraverso un diario clinico, suggerimenti su stile di vita, e raccolta dati su parametri vitali (pressione battiti, glicemia ecc)*
3. *Richiesta Assistenza umana immediata*
4. *Uso di un linguaggio semplificato e tono rassicurante.*

### Esempio:

Terapia Farmacologica predisposta sul suo diario clinico, prescritta dal medico e **programmata** dal farmacista:

Il robot interagisce vocalmente e utilizza la telecamera per riconoscere le confezioni dei farmaci e per verificare le misurazioni effettuate dal paziente.

Prototipo Conversazionale – Paziente Scompensato

#### Profilo del Paziente:

Anziano fragile di nome Giuseppe, vive da solo-

Diabete di tipo 2 trattato con Metformina 850mg-

Ipertensione arteriosa; trattato con Furosemide 25mg e Bisoprololo 5mg

Utilizza misuratori per pressione arteriosa, frequenza cardiaca e glicemia

 [7:30 - MATTINA]

**ROBOT:** Buongiorno, Giuseppe. Come ti senti oggi?

**PAZIENTE:** Fiatone, ed ho mal di testa.

**ROBOT:** Capisco. È sempre importante monitorare i tuoi parametri vitali. Hai già misurato la pressione arteriosa e la frequenza cardiaca?

**PAZIENTE:** Purtroppo non ancora.

*ROBOT:* Va bene. Per favore, misura ora la tua pressione arteriosa e la frequenza cardiaca. Quando hai i valori, comunicameli.

(Attesa per la misurazione)

*PAZIENTE:* Pressione 160/95, battiti 85.

***In questo caso il robot può prendere i dati anche da un device connesso.***

*ROBOT:* Grazie. La tua pressione è elevata. È importante prenderne nota e, se persistono valori alti, consultare il medico. Ora, hai già assunto i farmaci del mattino?

*PAZIENTE:* Non li ho ancora presi

*ROBOT:* Nessun problema. Puoi mostrarmi la confezione del Furosemide davanti alla telecamera?

.....*Il paziente mostra la confezione.....*

*ROBOT:* Confermo, è il Furosemide 25 mg. Prendi una compressa con un bicchiere d'acqua.

(Attesa per l'assunzione)

*PAZIENTE:* Fatto.

*ROBOT:* Perfetto. Ora, misura la tua glicemia e comunicami il valore.

(Attesa per la misurazione)

***In questo caso il robot può prendere i dati anche da un device connesso.***

*PAZIENTE:* Glicemia 145

*ROBOT:* Grazie. Valore registrato. Prima di pranzo, ti ricorderò di assumere la Metformina, come previsto dal tuo diario giornaliero.

---

⌚ [13:00 - METFORMINA]

*ROBOT*: È il momento di prendere la Metformina. Puoi mostrarmi la confezione?

(Il paziente mostra la confezione)

*ROBOT*: Confermo, è la Metformina 850 mg. Prendi una compressa con un bicchiere d'acqua. Fammi sapere quando l'hai presa.

(Attesa per l'assunzione)

*PAZIENTE*: Presa.

*ROBOT*: Ottimo. Assunzione registrata.

Con i valori di pressione così alti ti ricordo che il tuo farmacista ti ha consigliato di limitare il sale negli alimenti!!

Ti ricordo che dal mio conteggio hai ancora 7 compresse di Metformina, avviso il tuo medico con una mail che ti deve inviare la ricetta o ti prenoto una visita da lui?

*PAZIENTE*: Invia una mail al mio medico con la richiesta! Quando arriverà la prescrizione, invia una mail con la ricetta alla farmacia per la consegna del farmaco.

*ROBOT*: Ok lo farò! Serve altro in farmacia?

*PAZIENTE*: Sì, una confezione di ASPIRINA C in compresse!

*ROBOT*: ok!

⌚ [15:00 - CONTROLLO POMERIDIANO]

*ROBOT*: Giuseppe, è ora di controllare nuovamente la pressione arteriosa, la frequenza cardiaca e la glicemia. Per favore, effettua le misurazioni e comunicami i valori.

(Attesa per le misurazioni)

*PAZIENTE:* Pressione 155/90, battiti 80, glicemia 130 mg/dL.

*ROBOT:* Grazie. La pressione è ancora elevata. Se questi valori persistono, sarà opportuno consultare il medico. Vuoi che lo contatti ora o gli invio una e mail?

*PAZIENTE:* Preferisco di no.

*ROBOT:* Va bene. Continuerò a monitorare i tuoi parametri.

🕒 [20:30 - CONTROLLO SERALE]

*ROBOT:* Buonasera, Giuseppe. Hai già assunto il Bisoprololo?

*PAZIENTE:* Non ancora.

*ROBOT:* Per favore, mostra la confezione del Bisoprololo alla telecamera.

(Il paziente mostra una confezione diversa e avvisa il robot...)

*Paziente:* Mi hanno dato questo farmaco (congescor 5mg) al posto del mio solito scatolo..È uguale? Cosa posso fare?

*ROBOT:* Confermo, il congescor 5 è uguale al Bisoprololo 5 mg sandoz che usi abitualmente. Prendi una compressa con un bicchiere d'acqua. Fammi sapere quando l'hai presa.

(Attesa per l'assunzione)

*PAZIENTE:* Fatto.

*ROBOT:* Perfetto. Assunzione registrata. Hai notato gonfiore ai piedi o difficoltà respiratorie oggi?

*PAZIENTE:* Sì.

*ROBOT:* Grazie per l'informazione. Se i sintomi persistono, sarà necessario consultare il medico. Ti ricorderò di monitorare questi sintomi domani.

## [FINE GIORNATA – REPORT-]

Il robot può effettuare un report completo ad un familiare attraverso mail o messaggio:

*Oggi Giuseppe ha assunto correttamente tutti i farmaci e ha effettuato le misurazioni necessarie. Tuttavia, la pressione arteriosa è risultata elevata e hai riferito sintomi di fiatone e gonfiore. Peraltro i dati sui valori della glicemia sono stati scritti nel diario.*

### **Funzionalità del Robot:**

1. Promemoria per l'assunzione dei farmaci.
2. Riconoscimento delle confezioni dei farmaci tramite telecamera.
3. Registrazione e monitoraggio dei parametri vitali (pressione arteriosa, frequenza cardiaca, glicemia).
4. Segnalazione di valori anomali e sintomi ai familiari.
5. Supporto vocale per guidare il paziente nelle attività quotidiane

Il farmacista può intervenire in più punti strategici dell'interazione con il robot, senza sostituire il medico, ma rafforzando l'aderenza terapeutica, migliorando la sicurezza e il monitoraggio. Peraltro con un *alert* può verificare se ci sono mancate assunzioni o assunzioni fuori orario, può contattare il paziente per chiarimenti o per rinforzare l'aderenza.

Il Robot peraltro può segnalare al medico eventuali criticità, può fornire consigli su alimentazione ed eventuali messaggi educativi; può rilevare che manca una scatola o sta per terminare la confezione di medicinale e controlla la scadenza del piano terapeutico per i presidi diabetici, e lo segnala automaticamente al medico e al farmacista.

Inoltre il farmacista, se autorizzato dal paziente, può effettuare una valutazione a cadenza regolare, ricevendo un report dettagliato (aderenza, misurazioni, sintomi), interagisce con i familiari ed il medico in caso di necessità.

Ovviamente Il robot deve essere connesso a un sistema centrale (cloud o software) condiviso. Lo stesso può essere connesso non solo a device che registrano parametri vitali, ma anche a pilloliere elettroniche intelligenti (MedMinder) o a un blister con sensore, quando viene aperto

uno scomparto o rimosso il farmaco, il sistema registra l'azione (Smart Blister Card di Schreiner MediPharm).

## CAPITOLO 6.

### *Limitazioni attuali e prospettive future*

Nonostante i numerosi vantaggi, l'integrazione di robot con IA nell'assistenza farmaceutica domiciliare presenta anche limitazioni e sfide significative che devono essere considerate per un'implementazione efficace e responsabile.

Una delle principali barriere all'adozione diffusa di queste tecnologie è rappresentata dai costi; l'elevato investimento iniziale per l'acquisto dei robot e i costi di manutenzione ed aggiornamento, sono una prima criticità da affrontare. Peraltro, questi ausili necessitano di infrastrutture tecnologiche adeguate come connessione ad una rete internet stabile.

Risolvibile invece con l'aiuto del *farmacista di fiducia* è la possibilità della formazione del personale caregiver e la programmazione dello stesso robot.

Non di meno è il timore riguardo alla privacy e alla sicurezza software e la protezione dei dati sanitari sensibili. Ma quest'ultimo può essere superato con un adeguato aggiornamento delle direttive sulla privacy e dei software dedicati che proteggono i dati personali.

Superare queste barriere richiede approcci gradualisti, formazione adeguata e dimostrazione tangibile dei benefici con l'evoluzione di un quadro normativo chiaro e completo, essenziale per garantire un'implementazione sicura ed efficace di queste tecnologie.

Peraltro, l'evoluzione tecnologica sta stimolando lo sviluppo di nuovi modelli di servizio per l'assistenza farmaceutica domiciliare; sicuramente le prospettive future andranno dai servizi di abbonamento per l'assistenza robotica e IA domiciliare, a piattaforme comuni e collaborative tra diversi professionisti sanitari, oltre a servizi personalizzati basati sul profilo di rischio del paziente. Si arriverà ad ecosistemi integrati di assistenza che collegano: ospedale, MMG e farmacia al paziente.

# CAPITOLO 7.

## *Conclusioni e raccomandazioni*

L'integrazione di robot con intelligenza artificiale nell'assistenza farmaceutica domiciliare rappresenta un'opportunità significativa per migliorare la qualità delle cure, l'aderenza terapeutica e l'efficienza del sistema sanitario. Tuttavia, per realizzare pienamente questo potenziale, è necessario un approccio equilibrato che consideri sia le opportunità che le sfide.

I robot con IA possono supportare il farmacista in numerose attività di assistenza domiciliare, dalla dispensazione dei farmaci al monitoraggio dell'aderenza terapeutica, dalla consulenza remota all'educazione sanitaria. Le tecnologie attualmente disponibili includono robot caregiver, sistemi di dispensazione automatizzata, infermieri robot e assistenti virtuali basati su IA. I principali vantaggi includono il miglioramento dell'aderenza terapeutica, la riduzione degli errori di medicazione, l'ottimizzazione del tempo del farmacista e il superamento delle barriere geografiche.

Le sfide più significative riguardano i costi di implementazione, l'accettazione da parte di pazienti, e le questioni etiche e di privacy.

Le prospettive future includono l'evoluzione dell'intelligenza artificiale, la miniaturizzazione dei dispositivi, l'integrazione con la domotica e lo sviluppo di nuovi modelli di servizio.

Per un'implementazione efficace di robot con IA nell'assistenza farmaceutica domiciliare, si raccomanda di:

1. **Adottare un approccio centrato sul paziente.** La tecnologia deve essere al servizio delle esigenze del paziente, non viceversa. È fondamentale valutare attentamente le specifiche necessità di ciascun paziente e selezionare le soluzioni più appropriate.
2. **Garantire una formazione adeguata.** Farmacisti, pazienti e caregiver devono ricevere una formazione adeguata sull'utilizzo delle tecnologie robotiche, per massimizzarne i benefici e minimizzare i rischi.
3. **Mantenere l'equilibrio tra tecnologia e contatto umano.** I robot devono integrare, non sostituire, il rapporto umano tra farmacista e paziente. L'Intelligenza Artificiale supporterà le decisioni cliniche, ma il custode della salute resta il farmacista.
4. **Sviluppare modelli di sostenibilità economica.** È necessario sviluppare modelli di rimborso e finanziamento che rendano accessibili queste tecnologie a tutti i pazienti che ne possono beneficiare, evitando di creare nuove disuguaglianze nell'accesso alle cure.



5. **Promuovere la ricerca e la valutazione.** È importante condurre studi rigorosi per valutare l'efficacia, la sicurezza e il rapporto costo-beneficio delle diverse soluzioni robotiche nell'assistenza farmaceutica domiciliare.
6. **Sviluppare un quadro normativo adeguato.** Le autorità regolatorie devono elaborare linee guida chiare per l'utilizzo di robot con IA in ambito sanitario, garantendo standard elevati di sicurezza e protezione dei dati.

L'implementazione efficace di queste tecnologie richiede la collaborazione tra farmacisti, medici, infermieri, ingegneri, informatici ed esperti di etica, per un approccio olistico e integrato.

L'integrazione di robot con IA nell'assistenza farmaceutica domiciliare rappresenta una frontiera promettente che può contribuire significativamente a migliorare la qualità della vita dei pazienti e l'efficienza del sistema sanitario. *Tuttavia, è fondamentale procedere con un approccio equilibrato, che metta sempre al centro la persona e consideri la tecnologia come uno strumento al servizio dell'umanizzazione delle cure.*

# Bibliografia- Sitografia

- Aging Project, Università del Piemonte Orientale. (2021). *Intelligenza artificiale, robot e domotica per l'assistenza agli anziani*.  
<https://www.agingproject.uniupo.it/intelligenza-artificiale-robot-e-domotica-per-lassistenza-agli-anziani/>
- Politecnico di Torino. (2023). *Marvin, un robot innovativo per l'assistenza delle persone in casa*.  
<https://www.polito.it/ateneo/comunicazione-e-ufficio-stampa/poliflash/marvin-un-robot-innovativo-per-l-assistenza-delle-persone-in>
- Gruppo Sanitalia. (2025). *Tecnologia e Umanità nell'Assistenza agli Anziani: Un Equilibrio Fondamentale*. <https://grupposanitalia.it/tecnologia-e-umanita-nellassistenza-agli-anziani-un-equilibrio-fondamentale/>
- Eurac Research. (2021). *Studio sull'utilizzo di kit domotici per l'assistenza agli anziani in Alto Adige*. Citato in Aging Project UniUPO.
- Università tecnologica Nanyang di Singapore. (2020). *Studio sull'interazione tra anziani e il robot umanoide Nadine*. Citato in Aging Project UniUPO.
- Terzaeta.com. (2025). *Anziani: robot badanti il futuro dell'assistenza*.  
<https://www.terzaeta.com/socio-sanitario/anziani-robot-badanti-il-futuro-dellassistenza/>
- ANAP. (2024). *Intelligenza Artificiale e terza età: che cos'è e come funziona*. <https://www.anap.it/notizia/intelligenza-artificiale-e-terza-eta-che-cose-e-come-funziona/>
- Futuro Prossimo. (2024). *Pensione del futuro: un robot come "strumento" di vita quotidiana*.  
<https://www.futuroprossimo.it/2024/08/pensione-del-futuro-un-robotcome-strumento-di-vita-quotidiana/>
- Barcellona Secreta. (2025). *600 robot per aiutare gli anziani di Barcellona a casa propria*. <https://barcelonasecreta.com/it/robot-per-anziani/>

- Maker Faire Rome. (2023). *RSA 4.0: l'assistenza agli anziani migliora grazie alla tecnologia.*  
<https://makerfairerome.eu/it/rsa-4-0-l'assistenza-agli-anziani-miglioragrazie-alla-ai/>
- <https://www.sciencecue.it/2016/03/16/nadine-primo-robot-dotato-personalita/>
- <https://makerfairerome.eu/it/studio-eurac-la-tecnologia-per-l'assistenza-agli-anziani/>
- <https://www.polito.it/ateneo/comunicazione-e-ufficio-stampa/poliflash/marvin-un-robot-innovativo-per-l'assistenza-delle-persone-in>
- <https://www.medicaleexpo.it/prod/vaica/product-113047-770667.html>
- <https://medminder.com/>
- <https://www.schreiner-group.com/en/company/press/press-releases/smart-blister-card-enables-medication-intake-tracking/>
- Il Mattino. (2025, febbraio 17). Napoli lancia il futuro: un robot caregiver rivoluzionerà la farmacia.  
[https://www.ilmattino.it/economia/news/napoli\\_lancia\\_il\\_futuro\\_un\\_robot\\_caregiver\\_rivoluzionera\\_la\\_farmacia-8663277.html](https://www.ilmattino.it/economia/news/napoli_lancia_il_futuro_un_robot_caregiver_rivoluzionera_la_farmacia-8663277.html)
- Agenda Digitale. (2022, ottobre 7). Robot e AI per una sanità di eccellenza: Italia indietro nell'uso ma pioniera nell'innovazione.  
<https://www.agendadigitale.eu/sanita/robot-e-ai-per-una-sanita-di-eccellenza-italia-indietro-nelluso-ma-pionieranellinnovazione/>
- Il Farmacista Online. (2025, febbraio 27). Intelligenza artificiale. Una nuova opportunità per i farmacisti. [https://www.ilfarmacistaonline.it/lavoro-eprofessioni/articolo.php?articolo\\_id=128020](https://www.ilfarmacistaonline.it/lavoro-eprofessioni/articolo.php?articolo_id=128020)
- Consulcesi. (2025, gennaio 30). Cosa sono e come funzionano gli infermieri robot.  
<https://www.consulcesi.it/club/news-approfondimenti/cosa-sono-comefunzionano-infermieri-robot>
- SocialFarma. SIGOT. Presentato un nuovo modello di cura e assistenza domiciliare.  
<https://www.socialfarma.it/sigot-presentato-un-nuovo-modello-di-cura-e-assistenza-domiciliare/>

- CGM. (2025, aprile 4). Cosmofarma 2025: l'81% dei farmacisti crede nell'AI, ma solo il 15% la utilizza nel lavoro quotidiano.  
[https://www.cgm.com/ita\\_it/magazine/articles/comunicatistampa/cosmofarma-2025-181-dei-farmacisti-crede-nellai-masolo-il-15-la-utilizza-nel-lavoro-quotidiano.html](https://www.cgm.com/ita_it/magazine/articles/comunicatistampa/cosmofarma-2025-181-dei-farmacisti-crede-nellai-masolo-il-15-la-utilizza-nel-lavoro-quotidiano.html)

# ***INDICE***

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUZIONE .....                                                                                           | 1  |
| CAPITOLO 1. <i>L'intelligenza artificiale e robot utilizzati per l'assistenza agli anziani.</i> .....        | 3  |
| 1.1 Robot umanoidi .....                                                                                     | 4  |
| 1.2 Robot con sembianze animali.....                                                                         | 5  |
| 1.3 Sistemi domotici integrati.....                                                                          | 6  |
| 1.4 Assistenti virtuali e robot mobili specializzati.....                                                    | 7  |
| CAPITOLO 2. <i>Benefici e limiti dei robot assistenziali</i> .....                                           | 9  |
| 2.1 Limiti e sfide.....                                                                                      | 12 |
| CAPITOLO 3. <i>Il Farmacista e l'assistenza domiciliare tramite Robot con Intelligenza Artificiale</i> ..... | 16 |
| CAPITOLO 4. <i>Assistenza domiciliare ed aderenza terapeutica con il Robot-caregiver</i> .....               | 18 |
| CAPITOLO 5. <i>PROBOT® - CARE: un progetto di Robot-caregiver</i> .....                                      | 22 |
| 5.1 Caso d'uso di Probot per la gestione dei pazienti.....                                                   | 24 |
| CAPITOLO 6. <i>Limitazioni attuali e prospettive future</i> .....                                            | 30 |
| CAPITOLO 7. <i>Conclusioni e raccomandazioni</i> .....                                                       | 31 |
| Bibliografia- Sitografia.....                                                                                | 33 |
| INDICE.....                                                                                                  | 36 |