

Premio Nazionale sull'Innovazione Digitale ANITEC-ASSINFORM - 2022

Proposta progettuale dell'ITT "Giorgi" - Brindisi

WHACIP

Wearable Home Automation and Caring for Impaired People

Classi 4° sez. A - 5° sez. B - Indirizzo Elettronica

Proff. S. Campeggio, G. Nucci

Presentazione del soggetto proponente e motivazioni della proposta progettuale

La nostra Scuola ha 3 indirizzi tecnici (Informatica, Elettronica-Elettrotecnica-Automazione e Meccanica) e si rivolge ad un bacino d'utenza afferente alle province di Lecce, Brindisi e Taranto, al momento ha circa 1200 iscritti.

L'ITT "G. Giorgi" è Scuola Polo Regionale per quanto riguarda la formazione dei docenti per l'utilizzo di metodologie didattiche digitali ed ha attivato numerose partnership con realtà italiane ed estere in un'ottica sia di formazione che di crescita culturale e tecnologica.

Nello specifico la Scuola è partner CISCO oltreché sede dei relativi corsi sia rivolti agli studenti che ai docenti nell'ambito dell'IoT, Trasmissione dati e certificazioni informatiche.

L'ITT "Giorgi" partecipa da circa 10 anni alle competizioni Robocup junior (cat. Rescue e Maze) con robot autocostruiti che hanno spesso conquistato il podio e recentemente rappresentato l'Italia in analoghe competizioni estere.

Da alcuni anni nell'ambito del corso di Elettronica, i docenti proponenti hanno intrapreso un filone di studio e ricerca volto all'utilizzo dell'ICT per affrontare problematiche sociali legate alla sostenibilità, alla disabilità, all'inclusione, all'assistenza.

Tematiche trasversali, coinvolgenti, ma nel contempo impegnative, che hanno avuto un impatto positivo sui ragazzi migliorando l'attenzione e l'impegno nelle materie connesse.

Nell'ambito di questo percorso sono stati pensati e realizzati diversi progetti, talvolta premiati in ambito nazionale ed internazionale. Val la pena citarne alcuni:

- Un sistema domotico distribuito per l'uso ottimale e lo scambio di energia da fonti rinnovabili. Premiato all'Innovate FPGA Contest del 2018, organizzato da Intel, con il 5° posto in area EMEA, presentato al 8th PIC 2019 a Bhubaneswar in India, vincitore del Premio Innovazione Digitale A&T di Torino nel 2020.
- Un'idea progettuale per il risparmio energetico negli aeromobili civili, sviluppato in collaborazione con il Politecnico di Torino. Qualificato per le semifinali del Airbus Flying Your Ideas Contest, nel 2019.
- Un robot teleguidato per l'ausilio nelle operazioni di salvataggio in caso di eventi catastrofici. 1° Premio Olimpiadi di Robotica nel 2019, presentato all'evento ERL Emergency 2019 presso la base NATO di La Spezia ed alla Rome Maker Faire del 2020.

Nel 2020 l'attenzione è stata rivolta alle problematiche legate al *caring* ed alla disabilità in generale, con un focus sulle tecnologie IoT indossabili, iniziando la realizzazione del progetto che si propone in questa sede.

L'idea prende spunto dall'enorme platea di anziani/disabili o comunque soggetti fragili che potrebbero veder migliorata di molto la loro vita e le loro aspettative di inclusione, nel contempo riducendo gli enormi costi sociali legati all'assistenza, mediante pochi, ma mirati ausili.

Il progetto, di cui si dirà nel proseguo, è stato chiamato WHACIP, acronimo di Wearable Home Automation and Caring for Impaired People.

L'idea consiste nella realizzazione di un dispositivo IoT indossabile che, consenta sia l'assistenza ed il monitoraggio remoto di soggetti fragili e/o disabili, che l'implementazione di ausili domotici personalizzati sulla base delle specifiche capacità residuali.

Il progetto è stato pensato e sviluppato in quattro fasi distinte. Una prima fase, svolta nell'a.s. 2019/20, ha visto i ragazzi della classe 5B Elettronica impegnati nello sviluppo dell'ambito legato al caring.

L'evento pandemico ha sospeso ogni attività e nel corrente a.s. la classe 4A Elettronica si è occupata dell'ambito relativo all'Home Automation.

Si prevede di procedere nei prossimi due anni scolastici alla realizzazione e collaudo sul campo di un prototipo che integri tutte le funzionalità (3° fase) ed alla gestione delle problematiche legate alla tutela commerciale del prodotto, alla ricerca di partner economici per una eventuale produzione in larga scala.

I due ambiti, sono stati denominati inizialmente YWIC (You Wear I Care) e WHASIP (Wearable Home Automation System for Impaired People) prima di confluire nel progetto unitario WHACIP.

Si prevede l'uso massivo di tecnologie emergenti e fortemente caratterizzanti il nostro indirizzo, ovvero microcontrollori, sensori di varia tipologia, trasmissione dati via radio e su canale ottico, elettronica di potenza, software di base ed ad alto livello.

Spaziando in tutti gli ambiti di studio che gli studenti affrontano nel loro percorso, l'idea progettuale consente loro di affrontare problematiche reali ed applicare a casi concreti le nozioni che nei vari momenti didattici vengono loro presentate teoricamente.

L'approccio fortemente caratterizzato da rilevanza sociale, rende poi gli studenti consapevoli dell'importanza di quanto viene loro proposto e li gratifica in quanto promotori del benessere collettivo.

Collaborazioni esterne

La nostra Scuola si avvale da alcuni anni della collaborazione della Ditta Cavalera srl, con sede in Galatone (LE) alla via Toselli n. 23, sito web: www.cavalerasistemi.it.

Trattasi di un'azienda da decenni impegnata nella realizzazione di sistemi elettronici di varia natura, con un particolare focus al risparmio energetico ed al monitoraggio ambientale.

L'azienda ha collaborato con la Scuola sia per quanto attiene alla realizzazione di percorsi formativi PCTO che per la fornitura di componenti e lo sviluppo di sistemi didattici.

Per quanto attiene alla proposta progettuale qui presentata, l'Azienda ha collaborato allo sviluppo della piattaforma web usata da YWIC per far interagire da remoto i caregivers con l'assistito, è impegnata attualmente nell'integrazione su single board dell'elettronica presente nei

dispositivi IoT indossabili e curerà a breve lo sviluppo di un'interfaccia domotica basata su standard KNX per la connessione del sistema all'impianto elettrico dell'abitazione.

Referenti

Referenti e docenti tutor del progetto per quanto attiene alla partecipazione al concorso sono:

- Prof. Salvatore Campeggio, docente di Elettronica e Sistemi Automatici, che ha curato prevalentemente gli aspetti tecnico-progettuali del lavoro
- Prof.ssa Giuliana Nucci, docente di Scienze Motorie, che si è occupata degli aspetti sanitari, fisici e funzionali delle varie disabilità e problematiche assistenziali

Presentazione del progetto

Teams coinvolti

Come prima anticipato, il progetto si compone al momento di due ambiti applicativi, YWIC (acronimo di You Wear I Care) e WHASIP (acronimo di Wearable Home Automation System for Impaired People).

YWIC è stato pensato nell'a.s. 2019/20 da un gruppo di studenti della 5B Elettronica, purtroppo lo sviluppo del prototipo è stato interrotto dalla pandemia che ha bloccato tutte le attività didattiche.

Trattasi di: De Clemente Laura, Moretto Alessandra, Spedicato Chiara, Sorge Christian, Tedesco Angelo, Delpesce Simone, Bracciale Riccardo, Pasulo Gabriele, Fiani Francesco.

Gli studenti coinvolti si sono nel frattempo diplomati e, con la ripresa dell'attività in presenza nell'a.s. 2021/22, il progetto ha visto il coinvolgimento degli alunni della 4A Elettronica, che lo hanno integrato con l'idea di WHASIP.

Trattasi di 11 studenti, ovvero Antonucci Andrea, Antonucci Ivan, Arigliano Mattia, Centonze Antonio, Ciraci Vincenzo, De Tommasi Ylenia, Iurlaro Riccardo, Musardo Riccardo, Nigro Luca, Pacciolla Samuele e Scredo Gioele.

Obiettivi

Il progetto nasce dall'idea che un dispositivo indossabile potrebbe risolvere, o perlomeno ridurre il costo sociale di molteplici problematiche legate alla disabilità ed all'invecchiamento.

E' il caso ad esempio di soggetti soli, parzialmente autosufficienti, che potrebbero continuare a vivere nella loro abitazione con tranquillità se solo fosse possibile un loro monitoraggio continuo. Oppure nel caso di disabili con ridotte capacità motorie, la cui difficoltà nello svolgimento anche di semplici attività quotidiane, comporta una sorveglianza continua o, peggio, un loro trasferimento in strutture assistenziali.

Trattandosi di soggetti spesso con ridotte competenze tecnologiche, che anzi, il progetto vuole proprio aiutare a superare, è nata l'idea di realizzare un dispositivo che fosse innanzitutto il più semplice e naturale da usare, e che potesse funzionare semplicemente sfruttando le capacità residuali del soggetto, quindi altamente personalizzabile.

Gli obiettivi del progetto consistono quindi nell'ideazione e realizzazione di una serie di dispositivi indossabili in grado di:

- Adattarsi alle capacità residuali del soggetto;
- Rilevare parametri fisico-clinici in automatico;
- Consentire un monitoraggio a distanza con possibilità di scambio di informazioni fra il soggetto ed i suoi caregivers;
- Integrarsi facilmente con l'impianto elettrico dell'abitazione e consentirne il controllo;
- Non richiedere manutenzione o comunque competenze particolari durante il funzionamento

Risultati attesi

Trattandosi di un'idea molto generale ed articolata, allo scopo di fare un primo passo effettivo e realizzare dei prototipi che consentissero una verifica sul campo dell'ipotesi progettuale, sono stati individuati due ambiti applicativi quali esempi reali che non ledessero la generalità dell'idea.

Per entrambi è stato scelto come dispositivo indossabile una maglietta, in quanto di facile reperibilità ed utilizzo, consente l'implementazione di diverse funzionalità, rappresentando quindi un valido esempio applicativo.

1) Aspetti assistenziali e di monitoraggio:

Si immagina di avere a che fare con un soggetto anziano e/o disabile, con ridotte funzionalità motorie che lo costringono per lunghi periodi a riposo, e con delle patologie non completamente invalidanti, ma che necessitano un periodico monitoraggio.

Il dispositivo dovrà misurare automaticamente alcuni parametri clinici del soggetto, ovvero con minima collaborazione, rilevare eventi traumatici e/o potenzialmente pericolosi (es cadute, malesseri, fughe di gas, allagamenti).

Sarà ovviamente necessario che il dispositivo possa comunicare le proprie rilevazioni con uno o più caregivers situati a distanza, e che gli stessi possano in qualche modo comunicare con l'assistito mediante un'interfaccia semplice ed agevole da usare.

Ciò in quanto spesso soggetti fragili come quelli destinatari del progetto, hanno scarsa confidenza con l'uso del telefono cellulare.

2) Interazione con gli impianti e l'ambiente circostanti:

Si immagina di avere a che fare con soggetto anziano e/o disabile con ridotte funzionalità motorie, che rendono difficile l'utilizzo delle "normali" funzionalità di un'abitazione. Come esempio si è pensato ad un soggetto privo della funzionalità degli arti inferiori, e ciò senza in alcun modo ledere la generalità dell'idea.

Il dispositivo dovrà consentire al soggetto di poter gestire le comuni azioni del vivere quotidiano, mediante l'uso delle proprie capacità residuali, in questo caso l'uso degli arti superiori, della voce e senza possibilità di alzarsi dalla sua sedia o muoversi liberamente nell'abitazione.

Tra le funzioni prese in considerazione vi sono: la gestione dell'illuminazione, l'apertura/chiusura del portone di ingresso a seguito di chiamata citofonica, la gestione di elettrodomestici quali climatizzatore, TV, etc.

La connessione con l'impianto elettrico dovrebbe avvenire nel modo più semplice ed automatico possibile. Si pensa quindi ad un'interfaccia compatibile con i principali standard domotici (es. KNX) ovvero, per le abitazioni più datate, dei semplici comandi on/off mediante relè, che qualunque elettricista sia in grado di gestire.

In entrambi i casi il dispositivo indossabile dovrebbe essere dotato di una discreta autonomia funzionale e non richiedere particolari competenze/azioni per la sua manutenzione.

I due ambiti sopradetti, distinti solo in quanto si è voluto suddividere le aree di ricerca dove focalizzare due diversi team in momenti temporalmente sequenziali, dovrebbero ovviamente essere liberamente permeabili fra di loro.

Ovvero, sulla base delle esigenze del soggetto in questione, dovrebbe essere possibile realizzare un dispositivo indossabile con consenta contemporaneamente uno specifico sottoinsieme delle suddette funzionalità, ad esempio la misurazione della pressione arteriosa e dell'ecg e contemporaneamente il comando del climatizzatore e delle luci con opportuni movimenti di un arto.

Svolgimento del progetto

Trattandosi di un'idea progettuale suddivisa in due ambiti, che hanno seguito un percorso realizzativo distinto sia temporalmente che per quanto attiene ai soggetti coinvolti, se ne daranno due descrizioni diverse, salvo poi evidenziare i punti di contatto e le sinergie.

Introduzione

Il sistema si compone di una maglietta IoT, denominata IoT-Shirt dotata di opportuni sensori biomedici che rilevano grandezze cliniche (ECG, temperatura, sudorazione, ossigenazione del sangue, cadute, etc) mentre l'assistito semplicemente la indossa, senza preoccuparsi d'altro.



I sensori presenti registrano autonomamente informazioni clinico/fisiche sulla persona, grazie ad un controllore miniaturizzato cucito al suo interno.

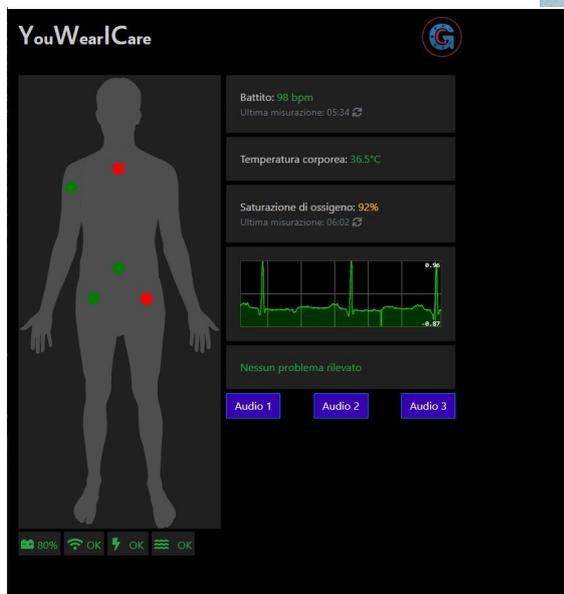
La maglietta invia i suoi dati ad una smart box camuffata in un oggetto d'arredamento presente in casa e situata in un luogo potenzialmente pericoloso (solitamente la cucina).

Questa unità, nel nostro caso un semplice sgabello, dispone di altra sensoristica per rilevare fughe di gas, presenza acqua, vibrazioni, fumo, fiamme, etc e rendere tutto disponibile, tramite un server web connesso alla rete wifi della casa, ai caregivers che possono accedervi nel rispetto dei

più moderni standard di sicurezza.

Da remoto un familiare (o un medico) può inviare semplici messaggi al paziente (es. richiesta di indicare la parte del corpo dolorante, oppure di assumere un farmaco, ovvero di posizionare il dito sull'apposito sensore illuminato per il controllo dell'ossigenazione del sangue, etc).

I movimenti del paziente (insieme allo stato complessivo dei vari sensori) vengono trasmessi al familiare che può immediatamente rilevare situazioni di



pericolo tramite un'interfaccia web appositamente realizzata e di semplice comprensione

L'elettronica presente nella maglietta è alimentata da una batteria lipo (con diverse ore di autonomia) che si autoricarica wireless grazie ad una connessione elettromagnetica con un trasmettitore di potenza annegato nella poltrona/letto dove abitualmente si trova il paziente.

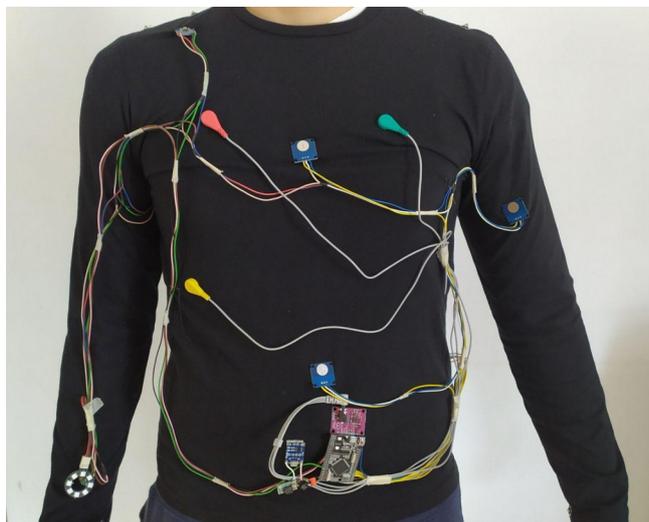
L'unità centrale svolge anche funzioni di lampada d'emergenza, accendendo un faro led di potenza non appena rileva un blackout in orario serale/notturno.

I vantaggi sono evidenti in quanto una persona sola può essere continuamente monitorata nei suoi

parametri vitali ed in quelli ambientali, segnalando a parenti, medici o soccorritori eventuali anomalie senza la presenza continua di personale assistenziale.

Dettagli implementativi

Il progetto, come anticipato, è stato iniziato da una classe 5° Elettronica nell'a.s. 2019/20, poi interrotto a causa della pandemia, e successivamente ripreso nel corrente a.s. da alcuni alunni di una classe 4° Elettronica.



IoT-Shirt è costituita da due magliette sovrapposte, collegate da bottoncini che, rendendola un tutt'uno, viene indossata come se fosse un normale capo di abbigliamento.

Nell'intercapedine fra le due magliette (in figura è riportata quella interna) trovano posto alcuni sensori, i collegamenti ed i moduli elettronici di elaborazione, alimentazione e trasmissione dati.

Alcuni sensori sono, per ovvi motivi, direttamente a contatto con la pelle, come ad esempio il termometro digitale, situato

sotto l'ascella dx e gli elettrodi per l'ECG.

Gli altri sensori presenti consentono la misura dell'accelerazione (situato sulla spalla dx, consente di rilevare una caduta), del battito cardiaco e dell'ossigenazione del sangue (situato sul polso dx, attivabile tramite pressione del dito, riconoscibile da un cerchio luminoso), il tocco in diverse parti del



Unità di controllo

- Arduino Mega Embedded
- Modulo ecg
- Modulo di ricarica e protezione
- Modulo radio
- Adattatore
- Batteria
- Scheda microsd
- DC/DC converter
- Componenti discreti

e alimentazione

corpo (torace, addome, braccio sx, reni).

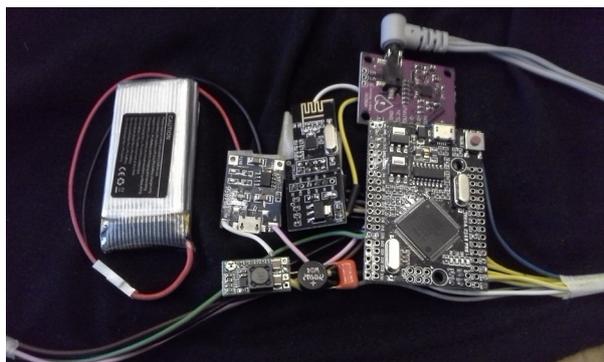
Sulla schiena è presente altresì un'antenna ricevente (in figura la prima versione di ridotta potenza) che, accoppiandosi elettromagneticamente con la sua gemella trasmittente, consente la ricarica della batteria mentre l'assistito è seduto o sdraiato.

La tensione alternata indotta nella bobina viene raddrizzata, filtrata ed utilizzata per alimentare un modulo di ricarica per la batteria lipo.

Il trasmettitore è costituito da un'antenna simile, pilotata da un oscillatore di potenza, il tutto dello spessore di pochi mm, che può essere facilmente incollato allo schienale di una sedia, sul materasso di un letto etc. E' ovviamente possibile installare a casa dell'assistito diverse trasmettenti, incorporandole nelle poltrone, letti, sedie di frequente utilizzo, onde facilitare le operazioni di ricarica.

IoT-Shirt monitora frequentemente lo stato della batteria ed notifica immediatamente situazioni di criticità con degli avvisi acustici e/o con messaggi direttamente ai caregivers.

In una tasca ricavata frontalmente, trovano posto la batteria, i moduli per la sua ricarica, i circuiti di condizionamento per i vari sensori, un avvisatore acustico ed il microcontrollore costituito da una scheda Arduino 2560 embedded, oltre al modulo radio. Quest'ultimo gestisce un link a 2.4GHz verso l'unità base per lo scambio delle varie informazioni.



Sono inoltre presenti due speakers che consentono l'invio all'assistito di semplici messaggi vocali, memorizzati in una schedina microsd, tramite comandi inviati via web. In questo modo è possibile invitare l'assistito a misurare il battito, ovvero ad indicare la parte del corpo dolorante (attivando il relativo sensore touch), ricordargli di assumere un farmaco, chiedergli di controllare la chiusura del gas, etc.

L'unità base è attualmente integrata in un piccolo sgabello che, posizionato in cucina, viene alimentato con un normale adattatore 230/12V.



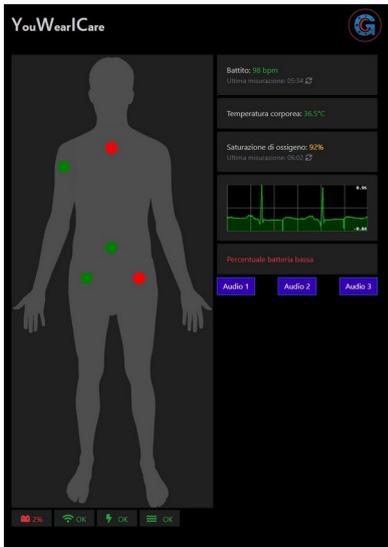
Al suo interno trovano posto un modulo Arduino a cui fanno capo vari sensori locali (gas, livello acqua, fumo/polvere, fiamme, vibrazioni) e la connessione radio con IoT-Shirt, un modulo Raspberry dove ha sede il server web e la connessione wifi con la rete di



casa, un sistema di alimentazione con batteria tampone, un avvisatore acustico ed un sistema automatico di illuminazione di emergenza.

Completa il sistema l'applicazione web in fase avanzata di sviluppo che consente l'accesso sicuro ai vari sottosistemi, la

raccolta delle informazioni, la loro visualizzazione anche in forma grafica/aggregata per una migliore consultazione.



L'applicazione è utilizzabile sia da pc che da mobile, e rappresenta in piccolo un vero e proprio monitor clinico/ambientale che può essere calibrato sulle specifiche necessità.

Tale applicazione comprende delle funzionalità base di contatto con il paziente (es invio messaggi vocali di avviso, richiesta azioni o semplicemente di cortesia, attivazione di segnalazioni in caso di emergenze (es fuga gas, allagamenti, incendio), gestione misurazioni particolari, invio automatico avvisi push su cellulare in caso di eventi preprogrammati o di emergenza.

L'elettronica presente su IoT-Shirt può essere facilmente rimossa, essendo fissata mediante connessioni a strappo, per consentirne l'igienizzazione periodica

Il prototipo, è stato oggetto di un test funzionale. ed, attualmente, grazie alla collaborazione dell'Azienda partner, è in corso lo sviluppo di una scheda elettronica che consenta l'implementazione su single board di tutte le funzionalità presenti (microcontrollore, periferiche, dispositivi di ricarica, etc), ad oggi realizzate mediante interconnessione di dispositivi commerciali.



IoT-Shirt

Bluetooth link



Smart Box locale

Rilievo di Fumo, Allagamenti, Gas, Fiamme,
 Mancanza tensione;
 Funzionalità di lampada di emergenza
 Segnalazioni audio/optiche

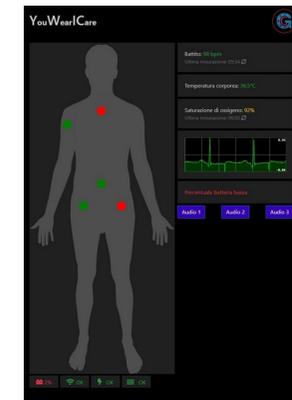
Internet via wifi locale

Rilievo di Pressione arteriosa, Ossigenazione del sangue, Temperatura corporea, ECG, Cadute, semplici movimenti;
 Ricezione di messaggi sonori, vibranti, ottici
 Invio messaggi con semplici movimenti

Power Wireless link



Sistema di ricarica wireless costituito da un generatore ad alta frequenza e da un'antenna circolare da posizionare su poltrone/letti



Panoramica del sistema YWIC

WHASIP

Introduzione

Il secondo ambito progettuale nasce con l'obiettivo di migliorare la qualità della vita di soggetti con limitate capacità motorie e/o relazionali a causa di varie disabilità.

WHASIP è costituito da

1) Un dispositivo indossabile personalizzato dotato di sensori di movimento, attuatori audio/meccanici/video e la necessaria elettronica per la loro gestione, denominato Wearable IoT Device (come prototipo è stata realizzata una maglietta);

2) Un sistema di attuazione/rilevazione remoto connesso alla maglietta tramite un link bluetooth, in grado di interfacciarsi con l'impianto elettrico dell'abitazione, denominato Remote Input Output;

3) Un sistema di ricarica wireless in grado di garantire una agevole gestione dell'alimentazione di WIoT senza alcun intervento del disabile e/o di cavi/adattatori.

Il funzionamento in sintesi consiste nella possibilità per il disabile di poter gestire facilmente le utenze della propria abitazione (illuminazione, climatizzazione, TV, citofono, elettrodomestici, etc) mediante opportuni movimenti del corpo, liberamente programmabili e personalizzabili sulla base delle effettive esigenze e disabilità.

Il prototipo è stato realizzato con una maglietta, ma l'idea è ovviamente adattabile ad un qualsiasi dispositivo indossabile, sulla base delle specifiche disabilità. Ad esempio per un soggetto privo degli arti superiori sarebbe possibile adattare un pantalone, etc.

Oppure un disabile motorio con l'uso residuale almeno di un arto superiore e/o della voce, potrebbe, indossando la nostra maglietta IoT, controllare l'illuminazione e la climatizzazione della sua casa semplicemente con dei gesti opportuni del braccio, o con suoni rilevati dai sensori, elaborati da un microcontrollore ed inviati all'attuatore installato nel quadro elettrico generale.

Ciascun comando impartito mediante movimento/suono è soggetto a conferma tramite messaggi audio/video/meccanici per evitare attivazioni indesiderate e può essere liberamente programmato per adeguarsi alle specifiche necessità.

E' in programma lo sviluppo di un'applicazione sw che consenta la memorizzazione automatica dei movimenti da tradurre in comandi, mediante una procedura guidata.

Analogamente WHASIP consente al disabile di ricevere avvisi dall'esterno (citofono, allarmi, etc) mediante suoni, avvisi vocali o vibrazione di opportuni attuatori.

La ricerca svolta nell'ambito di YWIC è stata riutilizzata, WIoT, al pari di IoT-Shirt, dispone di un'antenna retrostante che, accoppiandosi elettromagneticamente con analogo trasmettente, consente la ricarica wireless della batteria che alimenta sensori e microcontrollore.

Il problema

Sono molto diffusi i casi di disabili e/o anziani con ridotta mobilità e/o funzionalità sensoriale, ai cui bisogni, estremamente variegati e mutevoli, neanche la moderna domotica ha ancora trovato delle soluzioni facilmente personalizzabili ed effettivamente utili.

Da un'indagine condotta anche con l'ausilio di associazioni di settore, emerge come una categoria di disabili, piuttosto estesa, è caratterizzata dalla compromissione di una qualche abilità motoria e precisamente

- Riduzione della precisione del movimento
- Difficoltà a singolarizzare un movimento
- Impossibilità o riduzione di movimento di alcune parti del corpo
- Riduzione della velocità di movimento
- Riduzione della forza muscolare
- Faticabilità
- Presenza di movimenti parassiti
- Difficoltà di coordinazione oculo-manuale
- Problemi di postura e posizionamento corporeo

Aspetti che possono rendere difficile, se non impossibile, lo svolgimento di semplici attività quotidiane come ad esempio l'attivazione di un citofono, dell'illuminazione, della climatizzazione, di un apparecchio TV

Infatti, benché esistano sistemi domotici in grado di svolgere gran parte di queste funzioni tramite app su cellulare, queste soluzioni si scontrano con le limitazioni di chi non ha ad esempio una sufficiente agilità nelle dita, oppure non vede, o addirittura non ha l'uso degli arti superiori, etc.

Trattasi di soggetti che hanno mantenuto almeno la mobilità di un arto, e/o della voce, ad esempio un braccio o al limite anche il solo avambraccio; fermo restando che una soluzione simile sarebbe possibile anche per persone tetraplegiche mediante un dispositivo indossabile sulla testa, in grado di rilevare i suoi movimenti.

L'idea

Fatta questa premessa, abbiamo pertanto ipotizzato una ipotesi realistica ed a basso costo su cui sviluppare il prototipo, ovvero rivolgendoci ad un soggetto disabile motorio, ma dotato di una certa mobilità residua.

Nello specifico abbiamo immaginato che il soggetto residuasse la capacità di muovere gli arti superiori, seppur con scarsa coordinazione/precisione e di emettere suoni.

Infine sono stati individuati alcuni movimenti facili da implementare e sufficientemente diversi fra di loro per evitare confusioni.

Ad esempio: rotazione del polso, braccio alzato, pressione sul torace, suono prolungato per un certo tempo, etc.

A ciascun atto motorio/sonoro e/o loro combinazione è poi stata associata un'azione da implementare sull'impianto elettrico dell'abitazione (accensione/spegnimento luci, cambio canale del TV, aumento/diminuzione temperatura ambiente, apertura serratura di ingresso, etc).

Analogamente sono state individuati alcuni eventi utili per generare delle segnalazioni nei confronti del soggetto (chiamata citofonica, allarme gas, rubinetto aperto, etc) che, sulla base delle capacità sensoriali residue, conducono all'attivazione di opportuni attuatori presenti sulla maglietta (luce, messaggi vocali, vibrazione, etc).

Il soggetto, indossando WIoT, sarà quindi in grado di attivare alcune fra le principali azioni utili alla sua vita quotidiana e ricevere semplici avvisi mediante un linguaggio personalizzato sulla base delle sue capacità residuali.

WIoT è poi facilmente lavabile previa disconnessione dell'elettronica presente, esattamente come IoT-Shirt.

Nella seguente figura è rappresentato uno schema del prototipo, si compone di WIoT, ovvero una maglietta dotata di sensori ed attuatori, collegata via bluetooth con RIO, un'interfaccia I/O situata nel quadro elettrico dell'abitazione, in grado di attivare alcuni carichi elettrici e raccogliere segnalazioni da inviare a WIoT.

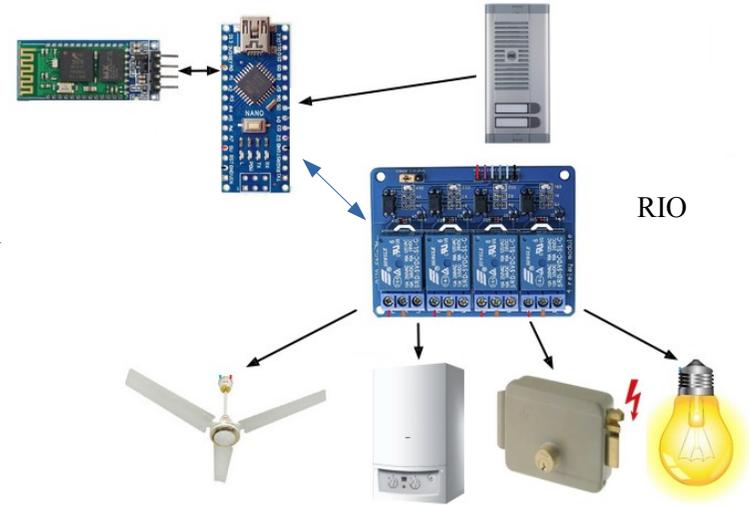
Al momento RIO è stata sviluppata con un'interfaccia a relè, ma è in programma l'implementazione in un protocollo per la connessione veloce ad impianti domotici (es KNX).

WIoT è equipaggiato altresì di un'interfaccia ottica IR in grado di pilotare dispositivi come TV, climatizzatori e tutto ciò che dispone di un telecomando ad infrarossi. Sulla parte retrostante WIoT monta un'antenna tramite cui riceve l'alimentazione per la ricarica della batteria, da un generatore appositamente realizzato.



Rilievo di movimenti/suoni, invio di segnali ottici modulati e bluetooth per il comando di apparecchiature, ricezione di messaggi vocali/vibranti/ottici

Bluetooth link



Infrared link



Power Wireless link



Sistema di ricarica wireless costituito da un generatore ad alta frequenza e da un'antenna circolare da posizionare su poltrone/letti

Panoramica del sistema WHASIP

Descrizione del prototipo

WIoT

Il prototipo in fase di realizzazione è composto da due magliette inserite l'una nell'altra e connesse da bottoncini, facilmente indossabili come un tutt'uno.

La maglietta interna è dotata di sensoristica ed elettronica come descritto nel prosieguo, oltre al necessario cablaggio. Tutti i componenti e le connessioni sono fissate alla maglietta mediante supporti a strappo facilmente rimovibili per le operazioni di lavaggio periodico.

Nello specifico sono stati implementati 4 gruppi di sensori di posizione, due sui polsi e due sui gomiti, in grado di rilevare i primi delle rotazioni ed i secondi delle variazioni di inclinazione.

Su ogni polso sono stati posizionati tre sensori tilt a goccia, a 120° l'uno dall'altro per facilitare la rilevazione di rotazioni.

Su ciascun gomito invece sono stati posizionati due sensori in grado di rilevare diverse inclinazioni dell'avambraccio.

Sul torace e sull'addome sono stati posizionati alcuni sensori touch, in grado di rilevare leggere pressioni di mani o arti.

Sugli avambracci sono state inserite due microunità vibranti, a diretto contatto con il corpo, allo scopo di inviare segnalazioni tattili in caso di soggetti non udenti e/o non vedenti.

Sulla parte alta del torace trovano posto un piccolo speaker in grado di emettere segnali vocali preregistrati, un microfono per la cattura di messaggi sonori emessi dal soggetto ed una coppia di led IR che, fuoriuscendo dal colletto interno, consentono l'emissione di impulsi luminosi codificati nello standard dei telecomandi ad infrarossi.



Sul retro della maglietta trova posto un'antenna realizzata mediante 40 spire di filo smaltato, necessaria per l'accoppiamento elettromagnetico con il trasmettitore di potenza.

Anteriormente in basso, una tasca cucita sulla maglietta interna consente il posizionamento dell'elettronica di controllo, costituita da una scheda Arduino Mega Embedded, una batteria LIPO da 5000mAh, un regolatore di carica, una scheda micro sd e relativo lettore audio, un modulo TX/RX bluetooth HC05 oltre ad altra componentistica minore.

Il prototipo ha ovviamente lo scopo di dimostrare le potenzialità del dispositivo, in quanto nel caso reale potrebbero mancare alcune delle funzionalità elencate ovvero essercene delle altre.

L'idea nasce infatti con l'obiettivo di creare una piattaforma flessibile ed adattabile alle specifiche disabilità di ogni soggetto che comunque potrà essere messo nelle condizioni di interfacciarsi con le principali funzionalità della propria abitazione mediante l'uso delle specifiche capacità residuali.

Vi potrà quindi essere un soggetto con residua mobilità solo di un arto oppure privo di capacità visiva o uditiva. In ogni caso WIoT potrà essere configurato in modo da utilizzare gli strumenti comunicativi personalizzati adatti alle capacità residuali individuali.

Nella realizzazione del prototipo sono state individuate le seguenti azioni di comando e segnalazione, sempre a scopo dimostrativo e senza nulla ledere alla generalità del progetto.

	Comando	Conferma	Feedback
1	Rotazione polso dx	Pressione torace	Messaggio audio e vibrante
2	Rotazione polso sx	Suono breve	Messaggio audio e vibrante
3	Sollevamento braccio dx	Pressione torace	Messaggio audio e vibrante
4	Sollevamento braccio sx	Suono prolungato	Messaggio audio e vibrante
5	Pressione torace	Sollevamento braccio dx	Messaggio audio e vibrante
6	Sollevamento braccio dx e sx - Annullamento comando		Messaggio audio e vibrante
	Segnalazione		
	Messaggio audio e vibrante		

E' stato sviluppato sul microcontrollore il FW necessario a riconoscere i suddetti comandi seguiti dal comando di conferma indicato e ciò per limitare la possibilità che i movimenti involontari possano attivare delle azioni non desiderate.

Ogni comando poi, dopo essere stato riconosciuto e confermato, è seguito da un feedback vocale e vibrante quale avviso per il soggetto della prossima attivazione di una funzionalità.

Vengono dati poi ulteriori 5sec di tempo per annullare eventualmente l'azione impostata, se in questo intervallo il soggetto attiva uno specifico comando di "*undo*", consistente nel sollevamento di entrambe le braccia (anche in questo caso si tratta di un esempio liberamente adattabile ai casi specifici), il comando precedentemente dato viene annullato.

Ad esempio, immaginando che il comando 1 consenta di accendere la luce nella stanza, il soggetto:

- 1) Ruoterà il polso dx
- 2) Il microcontrollore, riconosciuto il movimento, invierà messaggio vocale: "*Accensione luce, confermi ?*" e contemporaneamente un messaggio vibrante sul braccio dx
- 3) Il soggetto avrà 5 sec per confermare mediante una leggera pressione sul torace (oppure qualsivoglia altro movimento sulla base della propria capacità residuale)
- 4) Il microcontrollore, riconosciuta la conferma, invierà un secondo messaggio vocale e vibrante: "*Accensione luce confermata*"
- 5) Trascorsi 5sec ulteriori, il microcontrollore invierà un messaggio radio a RIO che provvederà ad attivare il comando richiesto. Ove il comando si riferisse all'invio di un messaggio ottico, il microcontrollore vi provvederà direttamente pilotando i led IR presenti su WIoT.D.
- 6) Ove il microcontrollore non dovesse riconoscere il comando di conferma nei 5sec successivi al punto 2), ovvero dovesse ricevere il comando di annullamento nei 5sec successivi al punto 4), annullerà l'invio del messaggio e segnalerà mediante un ulteriore avviso audio e vibrante: "*Comando annullato*".

Analogamente, alla ricezione di un messaggio di segnalazione proveniente da RIO (es chiamata citofono) verrà attivato uno specifico avviso vocale e vibrante consentendo al soggetto di attivarsi di conseguenza (es. lanciare un comando di apriporta).

E' del tutto evidente come sia possibile personalizzare ed ampliare senza limiti sia la codifica dei vari messaggi che le funzionalità disponibili, mediante combinazione dei vari comandi che in questa sede sono presentati al puro scopo dimostrativo.

RIO

Il modulo attuatore è costituito nel prototipo dimostrativo, da un banco di relè pilotati da un modulo Arduino Mini, a sua volta connesso ad una schedina bluetooth HC05 oltre a pochi componenti aggiuntivi.

RIO è in grado di ricevere segnali digitali da periferiche fisiche (es citofono, allarme, etc) mediante un'interfaccia optoisolata, trasformandoli in messaggi bluetooth immediatamente inviati a WIoT.D.

Contemporaneamente RIO decodifica i messaggi di comando ricevuti da WIoT.D ed attiva/disattiva il corrispondente relè che a sua volta aziona il carico desiderato.

Si immagina che in una situazione reale RIO sia installato nel quadro elettrico generale dell'abitazione, dove possa collegarsi ai carichi ed alle sorgenti di interesse.

L'interfaccia di uscita a relè e di ingresso a contatti consente a RIO di colloquiare agevolmente con qualsivoglia periferica elettrica di tipo ON/OFF e contemporaneamente ne agevola l'installazione da parte di un qualsiasi elettricista, anche se non qualificato nell'ambito della domotica.

Alimentazione

WIoT.D è alimentato da una batteria LIPO da 5000mAh che si ricarica wireless mediante accoppiamento elettromagnetico con un'antenna trasmittente facilmente annegabile nello schienale di una poltrona o nel materasso di un letto.

L'antenna è pilotata da un generatore ad alta frequenza connesso alla rete, già realizzato durante lo sviluppo di YWIC. Le frequenze in gioco sono comunque ben al di sotto dei limiti di legge per quanto attiene al rischio di interferenze con altri apparati.

WIoT.D comprende anche una funzionalità di controllo dello stato di carica della batteria e conseguente segnalazione vocale/vibrante della necessità di una ricarica che, per il soggetto comporta semplicemente il fatto di sedersi su di una particolare poltrona.

Al solito nulla vieta, ovviamente di posizionare più antenne trasmittenti in vari arredi della casa in base alle esigenze individuali.

Costi realizzativi e potenzialità

Il progetto si inserisce nella più ampia tendenza e settore di ricerca che riguarda l'ambiente IoMT (Internet of Medical Things), ovvero lo studio di dispositivi indossabili dotati di funzionalità medico/diagnostiche/assistenziali.

Ambito esplosivo negli ultimi anni come emerge da uno studio di IDC Worldwide Healthcare IT e che ha subito un deciso ulteriore incremento di interesse a seguito della pandemia Covid-19, dove lo sviluppo di sistemi di telemedicina e teleassistenza ha assunto un ruolo cruciale.

Abbiamo altresì valutato l'eventuale potenzialità economica del progetto, ovvero se vi fossero elementi a sostegno di un reale e concreto sviluppo in ambito industriale.

Ebbene diversi studi sono concordi nel prevedere una decisa crescita del mercato dell'intelligenza artificiale in sanità (ad esempio Markets&Markets prevede maggiori investimenti per 67,4 miliardi di dollari entro il 2027 con un'aspettativa di ritorno economico del 46,2%).

Fatto che, unitamente alla costante crescita osservata negli ultimi anni del mercato della robotica assistiva, trainata dall'aumento della popolazione anziana, conducono a prevedere un sempre maggiore interesse per questi ausili.

Abbiamo approfondito infine, l'impatto sul mercato potenziale attuale e prevedibile nel futuro recente.

Da una recente indagine (ISTAT 2021), è emerso come in Italia vi siano oltre 3 milioni di persone con gravi limitazioni, a cui se ne aggiungono altrettante che necessitano di assistenza e/o monitoraggio domiciliare.

Fra queste una percentuale variabile fra il 30% ed il 47% lamenta serie difficoltà nello svolgimento di semplici attività domestiche e/o potrebbe restare al proprio domicilio se solo avesse un'assistenza domiciliare adeguata. Parliamo quindi di una fetta importante della popolazione con proporzionali ricadute economiche.

In aggiunta è chiaro come un simile ausilio potrebbe agevolare la vita di relazione di tanti disabili anche al di fuori delle mura domestiche, ovvero sui luoghi di lavoro, a scuola, etc perseguendo l'obiettivo primario di una sempre maggiore inclusione.

Il combinato disposto di questi dati porta a concludere che l'idea progettuale potrebbe avere importanti ricadute sia sul benessere di un settore rilevante della popolazione che sull'economia in generale, vista l'ampia platea attuale, le previsioni di sviluppo nel breve periodo ed il modesto costo realizzativo emerso dal prototipo, che non raggiunge i 200€.

Piano delle attività e ruolo dell'Azienda Partner

Come anticipato, la programmazione del progetto è nata su 4 annualità, nelle prime due sono stati studiati i due ambiti applicativi separatamente, realizzando e collaudando in laboratorio i rispettivi prototipi.

Prototipi realizzati artigianalmente, con l'uso di componentistica commerciale.

In queste fasi l'Azienda Partner ha collaborato attivamente nella realizzazione della piattaforma web.

La 3° fase, prevista per l'a.s. 2022/23, prevede di integrare i due ambiti, mediante la personalizzazione di un sistema su di un caso reale, realizzando un prototipo in modo semi-industriale, grazie al supporto dell'Azienda partner.

Nello specifico, si prevede di implementare su single board tutta l'elettronica presente nella maglietta riducendo lo spazio necessario nonché ottimizzando connessioni e consumi. Questa attività vedrà un coinvolgimento significativo dell'Azienda Partner, sia per quanto attiene allo sviluppo dell'hardware che per quanto attiene al codice, che si immagina dovrà consentire una funzionalità di apprendimento semiautomatico dei movimenti da tradurre in comandi.

La fase di test sul campo si immagina potrà coinvolgere sia attori nell'ambito del mondo assistenziale che in quello del volontariato, in modo da rifinire le varie funzionalità ed adattare ai feedback ricevuti.

Sempre in questa fase l'Azienda Partner si occuperà dello sviluppo di un'interfaccia domotica (es. KNX) e della sua certificazione in ordine ad una futura commercializzazione.

Altro aspetto importante, demandato sempre ad un sviluppo condiviso con l'Azienda Partner, riguarda il completamento del portale per la comunicazione da remoto, implementando i necessari requisiti di sicurezza ed autenticazione, eventualmente prevedendo una connessione con il fascicolo personale sanitario.

Infine, durante la 4° fase, si immagina di poter valutare l'opportunità di una tutela brevettuale contestuale alla ricerca di un partner commerciale per uno sviluppo del prodotto.

Conclusioni

Il progetto ha visto impegnati circa 20 alunni di due classi diverse, sempre di indirizzo Elettronico, per due anni scolastici, prima e dopo l'evento pandemico.

Durante le attività di ricerca e sviluppo sono stati affrontati argomenti pienamente corrispondenti al curriculum degli studenti coinvolti, ovvero programmazione, utilizzo ed interfacciamento di microcontrollori, sviluppo di dispositivi embedded, studio di sistemi elettronici di potenza, acquisizione e condizionamento di dati da sensori analogici e digitali, trasmissione dati su portante cablata, ottica e radio, gestione di attuatori di potenza.

L'applicazione in pratica dei concetti spesso relegati ad una trattazione al più semiteorica, ha consentito agli alunni di confrontarsi, e spesso "scontrarsi", con aspetti talvolta trascurati in ambiente scolastico, ma importanti per la crescita professionale di un tecnico.

Si citano ad esempio alcune emblematiche sicuramente formative.

- E' relativamente facile implementare via sw diverse funzionalità una alla volta, ma quando tutte devono coesistere ed essere attive contemporaneamente nello stesso codice, nascono una serie di problemi legati ai tempi di esecuzione, al conflitto fra risorse condivise, al semplice fatto che la contemporaneità delle azioni in una soluzione programmata non può esistere;
- Non è assolutamente banale tradurre in un codice/circuito affidabile dei comportamenti a prima vista facili ed apparentemente evidenti anche ad un bambino, come ad esempio riconoscere il profilo accelerometrico di una caduta rispetto ad altri movimenti. Oppure distinguere uno specifico movimento di un braccio rispetto alle potenzialmente innumerevoli e possibili azioni diverse dello stesso;
- Circuiti apparentemente corretti dal punto di vista elettrico, possono tranquillamente non dare i risultati sperati, o peggio darli casualmente, per via della diafonia fra linee vicine, oppure a causa dell'eccessiva lunghezza o per degli effetti parassiti, etc. E ciò a maggior ragione quando coesistono in un piccolo spazio dispositivi di segnale e di potenza con elevate velocità di commutazione.

Lo "scontro" con questi ed altri aspetti legati alla realizzazione di prototipi reali, costringe lo studente a dare il giusto peso ad argomenti talvolta lasciati in secondo ordine.

Sono stati realizzati e collaudati due prototipi, ciascuno per il proprio ambito, ed il progetto ora si prevede possa essere ripreso e continuato negli anni successivi dalle nuove generazioni di studenti dell'Istituto, secondo le linee programmatiche già evidenziate.

Le attività sono state svolte parzialmente a Scuola mediante l'uso dei laboratori didattici e della strumentazione ivi disponibile.

Nello specifico sono stati utilizzati inizialmente software di simulazione come LTSpice, successivamente l'ambiente di sviluppo Arduino su PC, alimentatori, oscilloscopi ed analizzatori di rete.

In collaborazione con l'Azienda partner gli studenti hanno utilizzato l'ambiente di sviluppo e prototipazione Eagle, oltreché la programmazione in ambiente Linux su Raspberry

Molte attività sono state svolte da gruppi di alunni al proprio domicilio, sia per i vincoli dettati dall'evento pandemico, che per via dei limiti temporali dettati dagli orari scolastici.

Il ruolo dell'Azienda partner è stato importante anche nella prima fase di ideazione, in quanto ha "costretto" gli studenti a focalizzare le loro mille idee fantasiose in un'ipotesi progettuale concreta, realizzabile e caratterizzata da un preciso time-to-market.