

PROGETTAZIONE E SVILUPPO DI UN SISTEMA WIRELESS PER IL MONITORAGGIO DOMICILIARE

Luca Antonozzi

INTRODUZIONE

L'affermarsi di recenti tecnologie wireless ha aperto la strada ad ulteriori sviluppi dei sistemi di monitoraggio clinico domiciliare, orientando la ricerca verso configurazioni sempre meno ingombranti per il paziente posto sotto osservazione, grazie all'eliminazione di cavi per la trasmissione dei segnali acquisiti. Il lavoro si inserisce all'interno di un progetto di ricerca, Sir-Look, svolto attraverso la collaborazione delle Università di Roma TRE, di Genova e il Politecnico di Torino: il progetto complessivo è finalizzato alla realizzazione di sistemi integrati e servizi telematici per il monitoraggio multimodale dell'attività motoria nell'anziano. L'obiettivo del lavoro è stato quello di potenziare sotto il profilo hardware e software prototipi di moduli di acquisizione indossabili wireless per un loro impiego in una rete e di realizzare un'interfaccia di gestione dell'intero sistema. Le linee guida sono state quelle di dotare il sistema di caratteristiche quali: configurabilità a diverse condizioni di lavoro e interfacciabilità a dispositivi commerciali. Per il singolo modulo di acquisizione si è richiesta alta funzionalità nonché compattezza in volume e peso. Verranno esposte le fasi di realizzazione del sistema e valutata la sua efficienza nei riguardi del campo di applicazione in cui vede inserirsi.

MATERIALI E METODI

Il modulo di acquisizione è stato realizzato connettendo attraverso interfaccia seriale a logica TTL un microcontrollore PIC 18F8722 prodotto dalla Microchip ad un modulo Bluetooth BlueMod+C11 classe 1 prodotto dalla Panasonic. Il microcontrollore è dotato di sufficiente memoria di programmazione per l'implementazione del codice dedicato all'acquisizione dei segnali provenienti dai sensori ad esso collegati, conversione A/D e per tutte le funzionalità necessarie per poter essere gestito e configurato da remoto. Il modulo Bluetooth offre un raggio d'azione di 100 metri per l'invio e ricezione dati con banda utile in trasmissione fino a 230400 bit/s nell'utilizzo del servizio di comunicazione seriale. L'interfaccia comune a logica TTL ha permesso di evitare l'impiego di elementi aggiuntivi per l'adattamento di protocolli di comunicazione differenti. Al solo fine di agevolare le fasi di programmazione e prove del modulo di acquisizione è stato fatto uso di una scheda di simulazione PICDEM HPC della Microchip sulla quale alloggia un microcontrollore PIC 18F8722.

Il codice di programmazione è stato scritto in linguaggio C, compilato dal programma PIC C Compiler e trasferito mediante cavo seriale da computer direttamente sulla memoria del microcontrollore. La scrittura è stata successiva ad un'attenta analisi del firmware del modulo Bluetooth per poter interagire con esso in fase di configurazione e interrogazione dei moduli di acquisizione. Il programma di gestione della rete è stato scritto in ambiente Visual Basic e reso disponibile come file di estensione .exe. Il programma permette procedure di scansione dell'area di copertura della rete per l'individuazione dei moduli, richiesta delle loro impostazioni correnti e aggiornamento dei valori delle impostazioni. Nell'impiego del servizio di comunicazione seriale ogni flusso informativo che collega il singolo modulo di acquisizione all'unità di raccolta dati, viene individuato selezionando la rispettiva porta COM, simulata da un dongle commerciale Bluetooth che è il dispositivo ricetrasmittitore dell'unità di gestione della rete. I parametri configurabili da remoto interessano in particolare il bit-rate, per l'adeguamento della frequenza di campionamento ai segnali monitorati, modalità di risparmio energetico per ottimizzare i consumi in caso di acquisizione continua e non, impostazione della modalità ristretta con richiesta del PIN con possibilità di variazione e nome identificativo del modulo. Le procedure di configurazione e interrogazione dei moduli avvengono in modo automatico e gestite dal microcontrollore non rendendo più necessario accedere al firmware del modulo Bluetooth con complesse fasi di riprogrammazione via cavo.

I test di funzionalità del sistema hanno riguardato la messa in atto delle funzionalità implementate: scansione dell'area, richiesta parametri correnti, configurazione dei moduli e la compatibilità con il software di acquisizione e campionamento dei segnali scritto per i precedenti prototipi procedendo all'acquisizione di segnali sinusoidali a diversa frequenza e alla trasmissione degli stessi ad un bit-rate di 115200 bit/s. Diversi dongle sono stati, inoltre, impiegati per valutare l'adattamento del sistema a dispositivi commerciali.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Le prove hanno attestato la piena funzionalità del sistema nelle procedure di individuazione dei moduli, e loro configurazione portando a termine i compiti richiesti da remoto. I tempi di esecuzione per singola procedura variano tra i 2 e 4 secondi attribuibili alle tempistiche del protocollo Bluetooth per l'attivazione del servizio di connessione seriale. I segnali sinusoidali a frequenza 70, 100 e 200 Hz sono stati ricevuti e ricostruiti per mezzo dei loro campioni trasmessi a 115200 bit/s a testimonianza dell'efficiente esecuzione della parte di codice dedicata all'acquisizione dei segnali. L'impiego di diversi dongle commerciali ha influito sui soli tempi di esecuzione, garantendo sempre la funzionalità del sistema.

Il sistema così configurato si presta alla trasmissione simultanea di più moduli di acquisizione gestibili da remoto e configurabili per diverse condizioni di lavoro raggiungendo frequenze di campionamento fino a 23040 campioni/s con quantizzazione a 8 bit per un singolo canale. Ulteriori sviluppi possono riguardare l'utilizzo di una memoria per l'archiviazione dati per temporanea assenza di segnale e la realizzazione di una rete locale personale (BAN, Body Area Network) per una gestione locale dei moduli di acquisizione.



Figura: Interfaccia di gestione della rete