

# STUDIO DI FATTIBILITA' SULL'UTILIZZO DEI MICROPROCESSORI DSPIC NEL TELEMONITORAGGIO MOTORIO

Marco Andreoli

## INTRODUZIONE

Il presente lavoro si inserisce all'interno di un progetto di ricerca molto vasto ed interessante, il progetto SIR-LOOK (Sistema Integrato e servizi telematici per il monitoraggio multimodale dell'attività motoria nell'anziano) nato dalla collaborazione tra tre università italiane (Politecnico di Torino, Università di Roma Tre, Università di Genova). Lo scopo della presente tesi è stato gettare le basi per la realizzazione di un prototipo indossabile, che potesse assolvere alle funzionalità di monitor dell'attività fisica elaborando i segnali, prelevati da sensori accelerometrici, in tempo reale verificando la possibilità di utilizzare un microcalcolatore innovativo: il dsPIC. Le novità del lavoro proposto risiedono, oltre che nell'utilizzo di un microcalcolatore innovativo, nello sviluppo di un nuovo algoritmo di riconoscimento dell'attività motoria per varie velocità d'esecuzione del gesto, che renda possibile l'elaborazione del segnale accelerometrico in tempo reale direttamente sull'unità indossabile e la trasmissione wireless delle informazioni, quantitative e qualitative, sulle capacità motorie dei soggetti monitorati.

## MATERIALI E METODI

Il segnale proveniente da un accelerometro biassiale (l'ADXL203 prodotto da Analog Device) viene inviato al microcalcolatore dsPIC, posizionato sulla scheda di sviluppo dsPICDEM™ 28-PIN Starter Demo Board (entrambi prodotti della Microchip), il quale lo converte in forma digitale, alla frequenza di campionamento di 100 Hz, e lo elabora direttamente sulla scheda indossabile. I risultati vengono inviati ad un PC per la visualizzazione tramite un modulo bluetooth (Stollmann BlueRS+E). L'algoritmo di riconoscimento confronta ad ogni campione il segnale accelerometrico con il template dell'attività motoria da riconoscere attraverso il calcolo dei coefficienti di crosscorrelazione, se il valore del coefficiente supera una soglia, opportunamente scelta, avviene il riconoscimento segnalato con l'accensione di un led. Per poter riconoscere l'attività motoria per diverse velocità di esecuzione del gesto, considerando il fatto che il tempo di esecuzione di ogni attività può variare in un certo intervallo, è stata utilizzata una tecnica di time warping sul template. Questa tecnica prevede l'utilizzo di un numero di repliche dello stesso template di diversa durata. Per realizzare il programma (*firmware*) per il dsPIC è stato utilizzato il compilatore MikroBasic for dsPIC prodotto da MikroElektronika. Vale la pena di sottolineare il fatto che l'intero sistema di sensore – unità acquisizione e trasmissione dati può essere facilmente riprogettato su un'unica scheda di dimensioni molto ridotte con tecnologia SMD.

## RISULTATI E DISCUSSIONI

La raccolta dei risultati ha avuto come obiettivi primari la verifica dell'efficacia dell'algoritmo di riconoscimento sviluppato e delle capacità di elaborazione del dsPIC. L'attività presa in considerazione è stata il cammino, in quanto rilevante dal punto di vista della qualità di vita. Sono stati utilizzati tre template con una soglia di 0,8 per in modo da rendere possibile il riconoscimento del cammino nell'intero intervallo di variabilità (da 0,7s a 1,3s). Le prove sperimentali sono state effettuate testando il dispositivo su due soggetti diversi utilizzando il template di una terza persona alternando sessioni di cammino a sessioni di salita e discesa delle scale e trasmettendo con tecnologia wireless Bluetooth l'andamento del coefficiente di crosscorrelazione. I risultati raccolti (vedi Figura) hanno messo in evidenza l'efficacia e la robustezza dell'algoritmo (95,8% considerando anche le transizioni tra attività differenti e 100% non considerando tali transizioni) sviluppato per il riconoscimento dell'attività fisica in tempo reale rispetto a variazioni nella velocità di esecuzione del gesto e dimostrato come sia fattibile l'utilizzo del dsPIC nel telemonitoraggio motorio. Per quanto riguarda le capacità del dsPIC il dispositivo si è dimostrato veloce eseguendo l'algoritmo in 6 ms, un tempo inferiore ai 10 ms disponibili per l'elaborazione, e le percentuali di memoria impiegate sono state l'11% per la memoria dati (RAM) e il 28% per la memoria di programma (ROM). Questi risultati dimostrano come abbassando la frequenza di campionamento è possibile utilizzare fino a dieci template per riconoscere e distinguere più attività motorie quotidiane.

## CONCLUSIONI

I risultati hanno dimostrato come sia fattibile l'utilizzo del dsPIC nel telemonitoraggio motorio. Grazie alle sue potenzialità e allo sviluppo di un nuovo algoritmo è stato possibile realizzare un prototipo indossabile a basso costo e non invasivo per il telemonitoraggio motorio in grado di fornire, in tempo reale, informazioni relative alle capacità motorie utili nel settore diagnostico e terapeutico-riabilitativo. In futuro si prevede la possibilità dell'introduzione di una memoria a stato solido (tipo Secure Digital Card) per la memorizzazione dei dati direttamente sul dispositivo realizzando un vero e proprio "holter motorio".

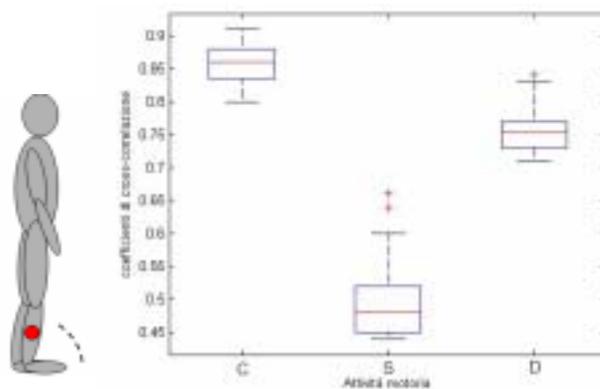


Figura: Punto di prelievo del segnale e distribuzione dei massimi dei coefficienti di crosscorrelazione nelle tre attività motorie considerate (C: cammino, S: salita scale, D: discesa scale).