

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO



**FACOLTA' DI INGEGNERIA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE E
INGEGNERIA ELETTRICA**

**Tesi di laurea
In
INGEGNERIA INFORMATICA**

**Realizzazione di un componente software per la
registrazione di immagini RM per applicazioni di
medical imaging.**

**RELATORE:
Ch.mo Prof. Mario Vento
CORRELATORE:
Ing. Francesco Tufano**

**CANDIDATO:
Rosario Di Lascio
Matr. 0610700155**

L'evoluzione dei dispositivi di diagnostica non invasiva in ambito biomedico ha permesso di produrre immagini sempre più ad alta definizione, contenenti informazioni tridimensionali sulla struttura ossea, tessuti ed organi. Negli ultimi decenni, alle diverse metodiche provenienti da altri campi scientifici utilizzate nell'ambito della diagnostica medica, si sono affiancate, con un impiego sempre più ampio, tecniche e metodologie di ambito informatico, con forte impatto innovativo proprio nell'ambito della diagnostica medica per immagini. L'enorme potenzialità di calcolo, la possibilità di modellare fenomeni complessi, di immagazzinare e reperire con grande rapidità informazioni, di rappresentare in maniera visiva realtà complesse, sono solo alcuni degli esempi più appariscenti del contributo enorme che l'informatica fornisce alla disciplina. In particolare, questa tesi si propone di realizzare un modulo software per la registrazione tridimensionale di immagini biomedicali provenienti da risonanza magnetica.

La **registrazione** è il processo che consente di determinare una corrispondenza tra dati non omogenei, cioè permette di determinare un sistema di riferimento geometrico comune tra due insiemi di dati, nel nostro caso immagini tridimensionali.

Il progetto mira alla realizzazione di un componente a supporto della “diagnostica per immagini” con l'obiettivo di individuare e controllare nel tempo erosioni ossee provenienti da malattie quali l'artrite reumatoide.

Il software, scritto in C++, sfrutta i vantaggi della programmazione ad oggetti e fa uso della libreria ITK (“Insight Segmentation and Registration Toolkit”) per la registrazione e la manipolazione di dati medicali.

La parte sperimentale è stata svolta sul distretto polso effettuando la registrazione tra un singolo osso estratto dall'immagine tridimensionale e una serie di modelli o prototipi dalle caratteristiche note a priori.

E' stato dapprima affrontato il problema dell'estrapolazione di un singolo osso dall'immagine tridimensionale.

Per far ciò è stato sfruttato un algoritmo di segmentazione level set per tessuti ossei, il quale estrae la maschera dei voxel relativi al solo tessuto osseo di interesse. Tramite l'uso di appropriati iteratori per la lettura dell'immagine in formato DICOM, sono state determinate le coordinate di un cubo contenente l'intero osso e poi ulteriormente ingrandito del 40% per tollerare tessuti a differenti dimensioni. Dalle coordinate del cubo sono stati estratti i rispettivi valori d'intensità creando l'immagine tridimensionale.

Per la fase di registrazione sono state utilizzate due tecniche molto note in letteratura, la Cross-Correlation e la Mean Square Difference. Di queste sono state testate le prestazioni degli algoritmi che le implementano, verificando la necessità di conservare l'immagine dell'osso in scala di grigi o in sole due tonalità (bianco e nero).

Per quanto riguarda il controllo dell'evoluzione temporale di un paziente, il problema si riporta alla ricerca del vettore di traslazione e della matrice di rotazione per riportare le due immagini in esame allo stesso sistema di riferimento, in quanto non dovrebbero esserci particolari differenze in termini di dimensione e forma.

Rispetto alla ricerca dell'erosione tramite confronto tra pazienti, nasce anche il problema del cambio di scala nel caso l'osso segmentato e il prototipo abbiano dimensioni diverse. Quest'ultimo è stato risolto in 3D centrando le due immagini

in base al loro centro di massa e diminuendo (o aumentando) il fattore di scala del prototipo, iterando questo passo fino a raggiungere l'errore minimo di sovrapposizione.

Per la valutazione del modulo software e, quindi, delle due metriche, sono stati utilizzati due indici di valutazione della sovrapposizione e presi in considerazione altri fattori quali il tempo necessario all'operazione di registrazione, il numero di iterazioni effettuate e il numero di iterazioni medie al secondo.

Per la sola rotazione e traslazione, i test svolti hanno premiato, nel caso di utilizzo di due sole tonalità, la metrica Mean Square Difference per quanto riguarda il tempo di esecuzione medio, mentre per quanto riguarda la sovrapposizione, i risultati sono stati lievemente a favore della Cross-Correlation. Utilizzando invece un'immagine in scala di grigi, la Cross-Correlation si è dimostrata veloce quanto la Mean Square Difference mantenendo inalterata l'accuratezza della sovrapposizione.

Invece, il tempo necessario alla ricerca del fattore di cambiamento di scala ottimo, ha portato un incremento del 30% per quanto riguarda il tempo di esecuzione nel caso di risoluzione a due tonalità, mentre in scala di grigi è stata favorita la Cross-Correlation sia per l'accuratezza dei risultati, sia per tempo medio di esecuzione. I risultati ottenuti da questo lavoro appaiono soddisfacenti.

Tale tesi ha consentito di poter arricchire il mio bagaglio culturale in ambito sia della conoscenza di un nuovo ambiente di sviluppo quale Microsoft .Net, sia dell'utilizzo di un toolkit per l'elaborazione e l'analisi delle immagini.