

Blocchi Virtuali per Proton Terapia a Intensità Modulata

Al giorno d'oggi la proton terapia rappresenta una delle tecniche più sofisticate e promettenti nella lotta contro diverse forme tumorali. Infatti, i protoni (insieme agli ioni pesanti) costituiscono la più efficace radiazione ionizzante per il trattamento di tumori situati in profondità dentro il paziente.

L'istituto Paul Scherrer (PSI) ha condotto ricerche fondamentali in questo ambito di fisica medica, essendo pioniere nello sviluppo della tecnica di *scanning attivo*, come modalità di invio dei fasci di protoni (composti, a loro volta, da fascetti molto sottili chiamati *pencil-beam*), e della *proton terapia a intensità modulata* (IMPT). L'IMPT, in particolare, consente di creare distribuzioni di dose altamente conformate al tumore grazie all'impiego di molteplici fasci di protoni, inviati ad angoli diversi rispetto al paziente e caratterizzati, ciascuno, da specifiche configurazioni di fluensa per i pencil-beam che li compongono. Nell'IMPT i picchi di Bragg sono collocati spazialmente in maniera tridimensionale e vengono ottimizzati simultaneamente. Manipolando le condizioni iniziali, l'utente ha la possibilità di plasmare la soluzione dell'ottimizzazione in maniera tale da soddisfare determinati requisiti. La procedura, seguita per modificare la distribuzione di dose finale, consiste nell'applicazione a determinate strutture anatomiche di vincoli di dose.

In questo lavoro di tesi viene presentata una nuova tecnica per modificare le condizioni iniziali da fornire, poi, al processo di ottimizzazione. In particolare è stato sviluppato un gruppo di programmi, nominati *Blocchi Virtuali*, che sono finalizzati a penalizzare, in diversi possibili modi, le fluense dei pencil-beam che soddisfano determinate condizioni geometriche rispetto alle strutture anatomiche prese in considerazione. Le varie tipologie di modulazione dei pencil-beam per ogni fascio di protoni agiscono nella fase di pre-ottimizzazione e svolgono operazioni con il fine di ottenere specifiche caratteristiche della distribuzione finale di dose. All'interno dello stadio di pre-ottimizzazione, viene definita una variabile, detta *opacità*, che viene assegnata alla struttura anatomica: l'idea è che più alto risulta il valore di opacità stabilito per la struttura, maggiore sarà, di conseguenza, l'attenuazione dei pencil-beam secondo la tipologia selezionata di Blocco Virtuale.

In questo lavoro di tesi, le diverse modulazioni di fluensa dei pencil-beam, unitamente al concetto di opacità, sono state applicate a diversi casi clinici. In generale, questi due strumenti forniscono gradi di libertà aggiuntivi al fine di plasmare in maniera più sofisticata i fasci di protoni e ottenere, di conseguenza, distribuzioni finali di dose, che risultano più conformate alla massa di tumore o più robuste per le incertezze del trattamento dovute a errori di posizionamento e di range. Nel capitolo finale vengono discussi in dettaglio sia i risultati delle simulazioni, realizzate per mezzo dei Blocchi Virtuali, sia i potenziali vantaggi intrinseci all'utilizzo di ciascuna modulazione di fluensa.

Candidato: Filippo Arcadu

filippo_arcadu@yahoo.it

Relatore: Dr. Francesca Albertini

francesca.albertini@psi.ch

Correlatore: Prof. Marta Bucciolini

marta.bucciolini@unifi.it