

Presentazione del Dr. Federico DALMASSO
Dottorato di Ricerca in Fisica e Astrofisica – XXVIII ciclo
Università degli Studi di Torino

Dottorando: Dr. Federico Dalmasso

Relatore Accademico: Prof.ssa Cristiana Peroni

Titolo della Tesi: Bayesian approach for Monte Carlo based treatment planning optimization in ion beam therapy.

Durante la tesi il Dr. Dalmasso ha svolto un lavoro originale di ricerca nell'ambito della simulazione di fasci terapeutici di adroni da utilizzare nella cura dei tumori con radioterapia. Il progetto è iniziato implementando un algoritmo di ottimizzazione della varianza basato sul *importance sampling*. L'algoritmo in questione è basato sulla ripartizione di un volume di interesse in due sotto-volumi a seconda della valore locale della varianza. Dopodiché i fasci da simulare vengono divisi in due popolazioni a seconda del deposito di dose nel volume ad alta varianza. Le due popolazioni di fasci vengono poi simulate nell'iterazione successiva con due pesi diversi. Il pregio di tale metodo è la velocità di esecuzione che ne permette l'uso integrato in un algoritmo di ottimizzazione.

La varianza è stata ridotta di circa il 40% a parità di eventi simulati.

La convergenza della soluzione dell'ottimizzazione al suo valore asintotico è stata migliorata abbattendo il numero di primari da simulare al 30%.

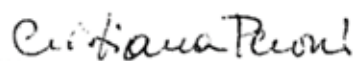
Successivamente è stata formulata e analizzata un'alternativa *bayesiana* (B-MC) al classico Monte Carlo nella pianificazione dei trattamenti di adroterapia. Nell'approccio *bayesiano* viene massimizzata la probabilità a-posteriori che un set di fluenze rappresenti la soluzione ottimale per la distribuzione di dose prescritta. Vengono inclusi anche vincoli sulla varianza, la quale viene ridotta mediante l'algoritmo innovativo sopra citato. Le probabilità a-priori associate a dose e varianza sono stimate tramite algoritmi deterministici e vengono aggiornate iterativamente dall'algoritmo di ottimizzazione man mano che il MC simula la stechiometria del paziente. Allo stato attuale questo è il primo tentativo di applicare un B-MC alla pianificazione di trattamenti. I risultati mostrano che è possibile migliorare la convergenza statistica con il completo controllo della varianza.

Per lo svolgimento del lavoro di tesi è stato necessario modificare il codice PlanKit già sviluppato dalla sezione di Torino dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) aggiungendo la possibilità di ottenere informazioni sulla dose quadratica in aggiunta alla dose, per poter fare delle stime sull'incertezza del TPS deterministico e poter confrontare tali risultati con quelli di Monte Carlo. E' stata sviluppata un'interfaccia che permettesse di gestire in maniera coerente il sistema input/output di PlanKit e di Gate. Una volta constatata la coerenza tra i due sistemi è stato possibile procedere all'implementazione dell'algoritmo *bayesiano* sopra citato. Tale algoritmo è stato implementato a livello di studio di fattibilità in quanto per motivi di tempo non è stato possibile eseguire tutti i test necessari ad una trattazione completa. Il risultato mostra comunque la fattibilità e la consistenza di tale algoritmo che, una volta effettuati tutti i test necessari (primi fra tutti la comparazione tra le distribuzioni di dose e varianza con un riferimento ad elevata statistica e delle fluenze ottenute ciclicamente con quelle identificate come vere, seguiti dall'integrazione con il metodo di ottimizzazione della varianza analizzato nella tesi) l'algoritmo sarà applicabile anche a tecnologie software/hardware differenti per portare infine ad ulteriori riduzioni nei tempi di calcolo a parità di precisione (o viceversa) nella simulazione di trattamenti clinici.

Il mio giudizio sul lavoro svolto dal Dott. Federico Dalmaso nel corso del Dottorato di Ricerca è estremamente positivo.

Torino, 15/1/2017

Il Relatore Accademico



Durante il dottorato Federico Dalmasso ha seguito e sostenuto con esito positivo gli esami relativi ai seguenti corsi:

Fisica Medica
Elementi di anatomia e fisiologia
Biologia e biologia molecolare
Quantum communication
Hands-on fitting and statistical tools for data analysis
Calorimetry in particle physics experiments
Advanced laboratory

Ha seguito le seguenti scuole:

The Spring Workshop on G4 in Častá-Papiernička – SK (5 giorni)
XXV Giornate di studio sui rivelatori, Cogne – IT (4 giorni)

Ha partecipato alle seguenti conferenze:

ICTR-PHE, Ginevra – CH
PTCOG 2016, Praga – CZ (poster dal titolo: Bayesian approach for Monte Carlo based treatment planning optimization in ion beam therapy.)
SIF, Padova (comunicazione dal titolo: Bayesian approach for Monte Carlo based treatment planning optimization in ion beam therapy.)

Ha partecipato alla stesura dell'articolo:

A Monte Carlo approach to the Microdosimetric Kinetic Model to account for dose rate time structure effects in ion beam therapy with application in treatment planning simulations in fase di pubblicazione presso la rivista Medical Physics