

Presentazione del dott. Mohammad VARASTEH ANVAR
Dottorato di Ricerca in Fisica - XXVIII Ciclo
Università degli Studi di Torino

Dottorando: Mohammad VARASTEH ANVAR

Relatore: Vincenzo Monaco

Titolo della tesi:

New tools for Quality Assurance and online dose verification in charged particle therapy

Durante il triennio di dottorato il dott. Mohammad VARASTEH ANVAR ha seguito e sostenuto l'esame relativo ai seguenti corsi della Scuola:

- Corsi della Scuola di Dottorato
 - 1o anno) Quantum imaging instrumentation in physics and nuclear medicine (P.Jarron, 12 h);
 - 3o anno) Hands-on Fitting and Statistical Tools for Data Analysis (M.Pelliccioni, 16h)
- Corsi della Scuola di Specializzazione in Fisica Medica
 - 1o anno) Radiation Instruments for Measurement of Radiation Activity (R.Cirio, 16h)
- Corsi della Laurea Magistrale in Fisica
 - 1o anno) Particle Detectors (M.Gallio, 24h)
 - 1o anno) Relativistic kinematics and Particle Accelerators (M.Gallio, 24h)
 - 2o anno) Fisica Medica (C.Peroni, 48h)

L'attività di ricerca del dott. Mohammad VARASTEH ANVAR ha riguardato aspetti hardware e software relativi a Controlli di Qualità (QA) in trattamenti radioterapici con particelle cariche.

Nella prima parte del lavoro di tesi ha esplorato la possibilità di usare il rivelatore MatriXX (un array di camere di ionizzazione sviluppato presso l'INFN e l'Università di Torino e commercializzato dalla IBA) per la caratterizzazione di fasci clinici di ioni carbonio. Lo studio ha richiesto la comprensione delle

procedure di QA eseguite quotidianamente per la certificazione dei fasci di ioni (stage presso il CNAO di Pavia) e l'ottimizzazione dei parametri di funzionamento del rivelatore in condizioni per le quali non era stato concepito. Il Dott. Varasteh Anvar ha condotto campagne di misura presso l'ospedale Sant'Anna e il CNAO di Pavia per confrontarne la risposta con fasci di fotoni e ioni, e ha sviluppato nuovi programmi di simulazione del rivelatore e di analisi dei dati, per estrarre le informazioni di interesse per le misure di QA previste dai protocolli. Il rivelatore MatriXX si è rivelato in grado di effettuare in modo più veloce gran parte delle misure di QA attualmente eseguite con procedure lente e dispendiose utilizzando film radiografici (GafChromic film). Il risultato del lavoro è l'oggetto di una pubblicazione in via di sottomissione ad una rivista internazionale.

La seconda parte del lavoro si è inserita nel contesto di un progetto (RIDOS) dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, per il controllo in tempo reale (con calcoli su processori grafici) della distribuzione di dose nel paziente durante un trattamento oncologico con particelle cariche. Gli effetti di deviazione della distribuzione di dose rispetto a quella prevista devono tener conto della deformazione degli interi volumi attraversati dal fascio a causa dei movimenti respiratori, monitorati con un sistema ottico. Si utilizzano a tal fine delle acquisizioni tomografici 4D CT che forniscono le immagini 3D corrispondenti a diverse fasi respiratorie. Il lavoro di Mohammad VARASTEHE ANVAR è consistito nel studiare, ottimizzare e utilizzare gli algoritmi di deformazione non rigida che permettono di ottenere i vettori che correlano la posizione dei voxel tra differenti immagini 3D. Tali vettori di deformazione sono necessari nel contesto del progetto RIDOS per confrontare le dosi parziali calcolate su diverse CT 3D corrispondenti a varie fasi respiratorie su una CT-3D di riferimento usata per la pianificazione di dose iniziale. Il processo di estrazione delle mappe di deformazione (chiamato "registrazione") è complicato dai molti gradi di libertà in gioco e dalla molteplicità di funzioni di ottimizzazione e di confronto possibili, e dai molti parametri da cui il risultato può dipendere. Il Dott. Mohammad VARASTEHE ANVAR ha studiato nel dettaglio e utilizzato il software Insight Toolkit (ITK) per ottenere i vettori di deformazione e ha validato le procedure da lui sviluppate utilizzando diversi pacchetti di analisi di immagini.

Durante la sua attività di ricerca il dott. Mohammad VARASTEHE ANVAR ha mostrato

- di sapersi inserirsi in un contesto di ricerca ampio e complesso, di comprendere i dettagli di un progetto, di svolgere il proprio lavoro in modo indipendente e produttivo, mantenendo ottimi livelli di interazione con i membri di un gruppo di ricerca

- di essere in grado di lavorare con strumentazione e rivelatori, di avere le competenze per l'analisi di dati, e di saper maneggiare complessi software utilizzati per le analisi di immagini
- di avere l'entusiasmo, le nozioni, l'attitudine e le competenze per continuare la sua carriera nel campo della Fisica applicata alla Medicina

Pertanto si esprime grande apprezzamento per il lavoro svolto dal Dott. Mohammad VARASTEH ANVAR durante il triennio del Dottorato di Ricerca.

Torino, 30 novembre 2015

Il tutore

Firma

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Vittorio Novati". The signature is written in a cursive style with a large initial 'V'.

Partecipazione a scuole e conferenze

- Conferenze, workshop
 - XCIX Congresso Nazionale della Societa' Italiana di Fisica (Trieste, 23-25 Settembre 2013, presentazione orale)
 - 53rd Annual Conference of the Particle Therapy Co-Operative Group (PTCOG 53), Shanghai, 6 giorni, poster
 - AAPM 2015, Anaheim, CA, USA, 5 giorni, poster
 - ENLIGHT 2015, 3 giorni, presentazione orale (+ premio per migliore presentazione)
- Scuole
 - XXIII GIORNATE DI STUDIO sui RIVELATORI (Torino, 22-25 Ottobre 2013, 4 giorni)
 - Giornata Internazionale della Fisica Medica (Torino, 7 Novembre 2013, 1 giorno)
 - L'imaging molecolare: diagnosi nell'era delle cure mediche personalizzate (20 Novembre 2013, 1 giorno)
 - Particle Therapy (Educational Session of PTCOG53), Shanghai, 3 giorni
 - XXIV GIORNATE DI STUDIO sui RIVELATORI (Torino, 2014, 4 giorni)
 - International school of ESTRO - Imaging for Physicists (Olanda 13-17 Settembre 2015, 6 giorni), con presentazione orale

Visite e stages

- Visita al Sincrotrone Elettra di Trieste (1 giorno)
- Visite, stage e campagne di misure presso il Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica (CNAO, Pavia) 11 aprile 2013, 14 giorni
- Visite e stage al Centro IRCC di Candiolo, 5-7/8/2015, 4 giorni
- Visite, stage su analisi 4D CT presso l'Ospedale Mauriziano (3 giorni)
- Campagne di misure presso la Struttura di Radioterapia dell'Ospedale Sant'Anna di Torino (1-5 Marzo 2013, 5 giorni)

- Visita al CERN, 25-27/9/2015, 3 giorni
- Visita a IFJ PAN (Polish National Centre for Hadrontherapy), 21/9/2015
1 giorno

Elenco delle pubblicazioni

- Articoli su rivista
 - R. Cirio et al., A simple method to increase the current range of the TERA chip in charged particle therapy applications, *Nuclear Inst. and Methods in Physics Research*, A 798 (2015) 107â110
 - M. Varasteh Anvar et al., “Quality assurance of carbon ion and proton beams: a feasibility study for using the 2D MatriXX detector”, under process of submission to the journal of *Medical Physics*
- Proceeding conferenze
 - M. Varasteh Anvar et al., Use of the 2D MatriXX Detector for Measuring Scanned Ion Beam Parameters, *Med. Phys.* 2015 Jun;42(6):3516 (AAPM 57th)
 - L. Fanola Guarachi et al., Multi-Gap Ionization Chamber for High-Flux Charged Particle Beams, *Med Phys.* 2015 Jun;42(6):3727 (AAPM 57th)
 - R. Sacchi et al., Design of An Innovative Beam Monitor for Particle Therapy for the Simultaneous Measurement of Beam Fluence and Energy, *Med. Phys.* 2015 Jun;42(6):3581 (AAPM 57th)
 - M. Varasteh Anvar et al., Feasibility studies for the use of 2D MatriXX for quality assurance in proton and ion spot scanning beams at CNAO, Proceedings to the 53rd PTCOG, June 2014, Shanghai, China. *International Journal of Particle Therapy: Fall 2014*, Vol. 1, No. 2, 591
 - L. K. Fanola Guarachi et al., Development of a Front-End Electronics for an Innovative Monitor Chamber for High-Intensity Charged Particle Beams, *IEEE 21st*, Washington, USA, 2014
 - S. Giordanengo et al., A dose-rate approach to evaluate the dose delivered with the ion pencil beam scanning technique, Proceedings to the 53rd PTCOG, June 2014, Shanghai, China. *International Journal of Particle Therapy: Fall 2014*, Vol. 1, No. 2, 632

- S. Giordanengo et al., Development of a GPU-Based Dose Delivery System for Adaptive Pencil Beam Scanning, Med. Phys. 2014 Jun;41(6):246 (AAPM 56th)