



UNIVERSITÀ DI PISA

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Biomedica

Tesi di Laurea Magistrale

Nuovi metodi diretti per la stima dei parametri cinetici da immagini PET dinamiche

NEW METHODS FOR DIRECT ESTIMATION OF KINETIC
PARAMETERS FROM DYNAMIC PET DATA

Relatori

Prof. Luigi LANDINI

Prof.ssa Maria Filomena SANTARELLI

Controrelatore

Prof. Vincenzo POSITANO

Candidato

Michele SCIPIONI

ANNO ACCADEMICO 2013-2014

Sommario

Riuscire ad ottenere una stima diretta dei parametri cinetici dai dati prodotti da un esame dinamico di tomografia ad emissione di positroni (PET) rappresenta ad oggi un obiettivo ambizioso quanto ancora lontano dall'effettiva applicazione alla pratica clinica.

Attualmente, il protocollo standard per l'analisi cinetica quantitativa del processo di metabolizzazione del tracciante può essere descritto come un metodo indiretto, strutturato in due passaggi distinti: partendo dai dati di emissione si ricostruisce la sequenza di immagini dinamiche che, successivamente, viene analizzata mediante modelli compartimentali.

L'algoritmo che sarà oggetto di questo lavoro andrà invece a combinare in un'unica formula queste due operazioni: lavorare direttamente sui dati di proiezione consente di migliorare sia la qualità che la velocità della stima ottenuta.

Dopo aver fornito una descrizione teorica del modello utilizzato, ne è stata realizzata un'implementazione software per mezzo della quale si è andati quindi a valutare, tramite simulazioni Monte Carlo su un fantoccio di test omogeneo, le prestazioni dello stesso nella risoluzione di problemi di stima parametrica e ricostruzione di immagini dinamiche in diverse condizioni di rapporto segnale-rumore, al fine di verificare la robustezza del metodo in condizioni operative non ideali. Successivamente sono state svolte simulazioni su fantocci realistici che riproducessero delle sezioni anatomiche di interesse (zona toracica e cerebrale) che hanno portato, infine, ad un primo test esplorativo su dati reali sperimentali.

Abstract (english version)

Being able to obtain a direct kinetic parameters estimate from dynamic positron emission tomography (PET) data today represents an ambitious goal as yet far from the actual application to clinical practice.

Currently, the standard protocol for quantitative kinetic analysis of tracer's metabolism process can be described as an indirect method, structured in two separate steps: starting from the emission data, a sequence of dynamic images is first reconstructed and then analyzed by compartmental models.

The algorithm that will be the subject of this work aims to combine into a single formula these two operations: working directly on the projection data can improve both the quality and the speed of the resulting estimate.

After providing a theoretical description of the model used, we present a software implementation by which we could evaluate, via Monte Carlo simulations on an homogeneous test phantom, its performance in the resolution of task related to parameter estimation and reconstruction of dynamic images in different conditions of signal to noise ratio, in order to verify the robustness of the method in non-ideal operating conditions. Subsequently simulations of realistic phantoms were carried out to reproduce the behaviour of some anatomical sections of interest (thoracic and cerebral). This led, ultimately, to a first exploratory test on real experimental data.