

CLaRyS – CREATIS

Simulation et modélisation pour la radiothérapie guidée par l'image
(IGRT)

JM Létang

CREATIS – CLB

Nice, janvier 2016

- 1 Accélération des simulations Monte Carlo
- 2 Imagerie γ -prompt par caméra Compton
- 3 Imagerie proton
- 4 Imagerie X couleur
- 5 Mouvement et Radiothérapie

Accélération des simulations Monte Carlo

Réduction de variance

- Idée : rendre continu une information discrète rare
- Application :
 - dosimétrie X
 - imagerie X ou γ
 - carte émission γ -prompt
- Techniques : estimateur de longueur de trace (TLE, se-TLE)
- Particule : X, γ , p
- Implémentation : GATE/Geant4, processus continu
- Ray-Casting : détection forcée ou non (dose vs imagerie)
- Perspectives :
 - Espérance de la réponse du détecteur γ -prompt (CC ou X-col)
 - Caractérisation (précision, justesse, sensibilité) de caméra
 - Modèle détecteur analytique (ARF)
 - γ -prompt aux autres ions (incluant n)
 - Radiothérapie MV : photonucléaire + dosimétrie n
 - Radioimmunothérapie : imagerie SPECT

Imagerie γ -prompt par caméra Compton

Algorithme de reconstruction

- Méthodes
 - Analytique (pas applicable : plan infini)
 - Itératif (MLEM)
- Applications : hadronthérapie, médecine nucléaire
- Forte anisotropie de la résolution spatiale
- Perspectives
 - *a priori* de support (si hadronthérapie) : hodoscope
 - Acquisition en mode tomographique
 - Plusieurs détecteurs
 - Améliorer la modélisation de la matrice de probabilité (résolutions détecteur, énergie partielle...)

- Reconstruction
 - analytique (non itérative) en mode liste
 - courbe sur chemin le plus probable (MLP)
- *Energy-loss pCT*
 - Calcul du pouvoir d'arrêt relatif (RSP) ou WEPL
 - Résolution spatiale non uniforme
 - Imagerie de planification (meilleurs biais et précision que xCT)
 - Dose uniforme indépendante du matériau (ie densité)
- *Attenuation pCT*
 - Analogie xCT (mais fortement bruitée)
 - Reconstruction d'un coefficient d'atténuation linéique (\approx interactions nucléaires inélastiques)
- Perspectives :
 - Utilisation de l'imagerie d'atténuation (bruit, franges)
 - Reconstruction multi-variée
 - Mode intégré (non mode liste)
 - Assurance Qualité : scalaire \Rightarrow 2D \Rightarrow 3D

Imagerie X couleur

Bi-énergie – spectral CT

- Amélioration de la calibration stœchiométrique (HU \Rightarrow RSP)
- CBCT en ligne (MedAustron)
 - Robotisation du détecteur
 - Algorithmique de reconstruction étendue
- Méthodologie pratique de calibration de la simulation (SpekCalc + HVL)
- Étude en bi-énergie (*fast-switching* kV)
 - Étude de la décomposition (base de matériaux, $(\rho_e, Z_{eff}), (\rho_e, I) \dots$)
 - Espace projection ou image
 - Optimisation de la balance de dose (=), des spectres (forte var.)
- Étude en spectral (multi-canaux)
- Perspectives
 - Traitement du problème joint decomposition-reconstruction
 - Combinaison pCT & DE pour le calcul du potentiel d'ionisation / (dose latérale)
 - Réduction du diffusé (spectral ou non)
 - Imagerie fonctionnelle (nanoparticules)

Mouvement et Radiothérapie

Collaboration avec les physiciens médicaux du CLB

- Tumeur pulmonaire
 - Réduire les marges autour le volume tumoral
 - Calcul de la position moyenne apparente (MidP)
 - Champ de déplacement basé 4DCT
 - Prise en compte du glissement de la paroi pulmonaire
 - Translation en clinique (LYRIC)
- Prostate
 - Repositionnement quotidien de l'irradiation par ultrasons 3D
 - Sonde trans-abdominale (avec localisation)
 - Recalage 3D-US vs CT
 - Translation en clinique (CLARITY)
- Acoustique induite par rayons X ?
 - Expérience sur accélérateur linéaire
 - Difficulté à retrouver (cf expérience K Parodi)

