

Dépistage et soins : l'apport du traitement du signal à la cancérologie

par René Husson et Didier Wolf

La recherche en traitement du signal est mobilisée dans la lutte contre le cancer.

Le cancer est une maladie qui, par les ravages qu'elle occasionne dans le monde entier, justifie pleinement une mobilisation de toutes les disciplines pouvant concourir à des progrès dans son dépistage et son traitement.

C'est ainsi que, dès mars 2003, la « Mission Interministérielle pour la lutte contre le cancer » a été lancée. Prévue pour 5 ans, ce dispositif a pour ambition de contribuer à soutenir toutes les actions visant à lutter contre cette maladie. De nombreuses mesures à caractère social ont été mises en place dans le domaine de la prévention et des soins. Sur le plan scientifique, des financements pour des équipements de soins et de recherche ont été apportés. L'activité dans le domaine pharmacochimique, orientée vers la découverte de nouvelles molécules actives contre la maladie, a aussi été soutenue. L'Institut National du Cancer (INCA) est aujourd'hui le principal financeur public des recherches en cancérologie, soutenue par des associations telles que l'ARC et la Ligue Contre le Cancer qui complètent de manière substantielle les aides de l'état.

Or, parmi tous les domaines scientifiques concernés par la lutte contre le cancer, plusieurs relèvent du traitement du signal : le traitement des signaux physiologiques, la radiothérapie, la télé médecine, l'imagerie médicale (imagerie ultrasonore et échographie, imagerie optique, imagerie en rayon X, IRM, RMN, imagerie portale, imagerie par électrons positifs, imagerie multi-modale). Jusqu'à présent très peu de journaux ou colloques ont regroupé ces activités de recherche, qui se situent à la frontière entre le traitement du signal et l'oncologie.

Mieux faire connaître ces activités de recherche.

Le but de ce numéro spécial de la Revue Traitement du Signal est de contribuer à combler cette lacune et de permettre aux chercheurs de ces deux disciplines de trouver de nouveaux centres d'intérêt communs. En effet, le traitement du signal et l'imagerie jouent un double

rôle, très important, dans les moyens de lutte contre le cancer : le dépistage et le traitement.

En dépistage, un effort est en cours pour mieux modéliser et quantifier les phénomènes (spectroscopie par exemple) afin d'autoriser le diagnostic en phase précoce voire au tout début de la cancérisation.

Un problème commun à la détection et au traitement du cancer est celui de l'imprécision de la **localisation des régions tumorales**, engendrée par les mouvements naturels du corps du patient (respiration, battements cardiaques...) au cours du dépistage et des soins récurrents. En effet, la qualité des soins, notamment en radiothérapie, dépend de la qualité de la localisation dans le temps et dans l'espace, des cibles tumorales. Cette localisation impose l'usage d'un référentiel stable, bien défini, permettant une bonne reproductibilité du positionnement du patient lors des soins récurrents de longue durée.

Mais la localisation des éléments permettant de diagnostiquer un cancer, n'est pas le seul problème relevant du traitement de signal. En effet, un diagnostic fiable doit s'appuyer sur **des images de bonne qualité et correctement segmentées**. Or, les tissus biologiques, du fait de leur forte hétérogénéité, ne fournissent très souvent que des images très bruitées, avec des contours flous. On imagine facilement, dans ces conditions, qu'il est très important de disposer de processus de filtrage et de segmentation performants dans les traitements des images de cancer. Depuis quelques années on s'efforce, afin d'améliorer la connaissance des limites tumorales, de travailler en 3D. La tendance actuelle est alors d'intégrer la variable temps dans l'imagerie pour tenir compte des fluctuations dues aux mouvements du patient. On parle alors d'imagerie 4D. Une autre solution consiste à utiliser des sources d'images différentes, chacune apportant ses spécificités et multipliant ainsi le nombre d'informations sur l'image en se complétant les unes les autres. C'est l'**imagerie multi-modale**, qui implique le

S

recalage d'images provenant de divers types de tomographie, X, d'IRM, de RMN, d'imagerie à électron positif voire d'imagerie 3D externe. Là encore la nécessité d'un référentiel de qualité s'impose.

Les articles rassemblés ici présentent quelques aspects de tous ces problèmes et devraient contribuer à en faire prendre la mesure.

Le premier groupe d'article apporte une contribution fondée sur les signaux : détection et thérapie, le second groupe est orienté vers l'imagerie de quelque nature qu'elle soit, en particulier : l'imagerie ultrasonore, le recalage et la mise en correspondance d'images et la segmentation.

Les échanges d'images numériques deviennent de plus en plus fréquents et abondants et la **protection de ce type de données** prend beaucoup d'importance pour des raisons de confidentialité et d'intégrité des informations. L'article « *Transfert sécurisé d'images médicales par codage conjoint : cryptage sélectif par AES en mode par flot OFB et compression JPEG* » concerne ce problème. L'article « *Spectro-imagerie endoscopique d'auto fluorescence et cartographie 2D pour la localisation et le diagnostic in situ de lésions cancéreuses* » donne un état de l'art sur les méthodes spectroscopiques et présente un prototype dédié à l'imagerie spectroscopique.

Le groupe des 3 articles suivants concerne **l'imagerie ultrasonore**. Le premier, « *Modélisation bilinéaire et estimation du déplacement pour l'imagerie de l'élasticité appliquée au cancer de la thyroïde* » est l'étude d'un modèle de déplacement pour l'estimation des très petits mouvements liés à l'élasticité des tissus, pour l'imagerie échographique. Le second traite de l'« *Utilisation des ondes de cisaillement ultrasonores pour l'imagerie d'élasticité des tissus biologiques* » sous l'angle mécanique. Le troisième intitulé « *Mammographie ultrasonore en champ proche* » introduit une formulation en champ proche du champ ultrasonore diffracté par un organe faiblement contrasté.

Le 3^o groupe de 2 articles est centré sur **le recalage**. Il s'agit de l'article de Robin Girard, « *Segmentation d'images hyper-spectrales* » dont la méthode commence par une phase de débruitage, puis se poursuit par une phase de segmentation de l'image en zones connexes et se termine par le regroupement des régions ainsi formées. L'autre article « *Segmentation d'images par étiquetage crédibiliste : Application à l'imagerie médicale par tomodensitométrie en cancérologie* » modélise les données de l'image par des fonctions de croyance représentant l'incertitude liée à l'étiquetage d'un voxel à une classe. La segmentation est fondée sur cette technique.

Les deux articles suivants concernent l'importante question du **repositionnement des patients en cours de traitement**. Le premier, « *Extraction du signal respiratoire à partir de projections cone-beam pour l'imagerie tomodensitométrique 4D* » utilise la variable temps pour prendre en compte les mouvements dus à la respiration et reconstituer le signal respiratoire à corrélérer avec les images. Le second « *Repositionnement du patient en radiothérapie conformationnelle du cancer de la prostate par recalage d'images Ultrasonores et IRM/TDM* » pourrait être classé dans les techniques d'imagerie ultrasonores ou dans les techniques de recalage d'images multimodales, mais ici l'objectif visé est bien le repositionnement du patient, fondé sur un repérage en temps réel, par échographie et stéréovision, suivi d'une mise en correspondance rapide des images.

Enfin deux autres articles sont orientés vers le **recalage d'images multimodales** : « *Recalage et mise en correspondance d'images tomographiques et de projection : résultats préliminaires d'une solution hybride en radio-chirurgie* » propose un protocole de validation en définissant des critères de comparaison entre les méthodes de recalage et le repérage stéréotaxique (blocage du patient dans une position donnée). L'autre article qui termine ce numéro « *Les effets du mouvement respiratoire en imagerie fonctionnelle du cancer* » est une revue des méthodes de correction ou de compensation des mouvements respiratoires en imagerie fonctionnelle.