



Titre: Filtrage, Segmentation et suivi d'images échographiques: applications cliniques

Auteurs: Sonia Dahdouh

Ecole/Université: [UNIVERSITE PARIS SUD XI](#)

Résumé: Figure emblématique de l'imagerie obstétrique en France et de l'imagerie vasculaire dans le monde, l'échographie a connu un formidable essor ces cinquante dernières années. En effet, les échographies **3D** embryonnaires ont révolutionné l'imagerie pré-natale et offrent une visualisation tri-dimensionnelle de l'enfant à venir. Toutefois, si les images générées peuvent sembler impressionnantes, il ne s'agit en réalité ici que d'une visualisation spatiale de la réponse de la matière organique aux ultrasons, ce qui exclut toute notion de métrologie volumique.

L'utilisation de l'échographie ne peut toutefois être limitée au seul volet obstétrique et couvre en réalité une vaste palette allant de l'imagerie génito-urinaire à l'imagerie vasculaire, en passant par l'imagerie musculaire, thyroïdienne, tendineuse, lymphatique, hépatique, colorectale, ou encore l'imagerie endo-vaginale sur le seul volet de l'imagerie diagnostique. En effet, la métrologie dont disposent aujourd'hui les échographes bi-dimensionnels permet leur utilisation dans tous les domaines où l'imagerie radiologique peut fournir un diagnostic ou aider à établir l'évaluation d'un traitement. Elle est également souvent utilisée en routine clinique dans des interventions telles que les néphrolithotomies percutanées (NLPC), où l'insertion de l'outil de ponction se fait souvent sous contrôle échographique, permettant de limiter les saignements pouvant découler de l'acte et d'en améliorer la précision.

Méthode d'imagerie à faible coût et de relative innocuité, tant pour le patient que pour le praticien (par opposition aux méthodes à rayonnement), cette technique est souvent également préférée aux scanners dans de nombreux protocoles d'évaluation des traitements. En effet, elle est non douloureuse et peut être répétées autant que nécessaire, notamment chez les jeunes patients, pour qui les rayons X sont à proscrire ou encore chez des patients ayant un état physiologique précaire. On peut notamment citer son utilisation dans l'évaluation des thérapies anticancéreuses telles que la chirurgie ou la chimiothérapie ou encore dans l'estimation des lésions hépatiques. La visualisation de celles-ci peut



toutefois s'avérer problématique et illustre un des principaux inconvénients de cette méthode d'imagerie : sa dépendance à l'opérateur. En effet, en raison de la présence des côtes, le processus d'évaluation des lésions est source d'erreurs pour de nombreux praticiens.

La dépendance à l'opérateur n'est pas propre à l'estimation des lésions hépatiques et concerne tous les volets de l'imagerie échographique malgré un important travail de recherche, effectué ces cinquante dernières années, visant à s'en affranchir de manière **automatique**. Formidable outil d'exploration du corps humain, la technique échographique est également limitée par la caractérisation des ondes utilisées. Celles-ci ne permettent pas la visualisation des structures osseuses ou des structures présentant un tissu adipeux trop important, frein à l'obtention d'images cliniquement valides. Les examens deviennent alors difficilement interprétables et les artefacts peuvent conduire à d'importantes erreurs de mesure.

Enfin, la méthode d'acquisition des **données** est également génératrice d'artefacts résultant en des images de faible qualité, difficilement exploitables de manière automatique en routine clinique. En effet, si comme on l'a vu précédemment, l'utilisation de l'imagerie échographique permet de limiter les effets secondaires liés à l'intervention, cette faible qualité engendre un facteur de risque supplémentaire en ne permettant pas par exemple, une évaluation précise des volumes des régions d'intérêt.

Extrait du sommaire:

Introduction générale 1

1 Historique 1

2 Contexte 2

3 Organisation du document 3

I Formation et caractérisation des images ultrasonores 5

1 Introduction 5

2 Formation de l'**image** échographique 6

2.1 L'acquisition du signal 6

2.1.1 Principe physique sous-jacent 7

2.1.2 Réflexion et Réfraction 8



- 2.1.3 Diffusion dans les tissus 9
- 2.1.4 Formation de l'onde 10
- 2.2 Les sondes échographiques 12
 - 2.2.1 Les sondes à balayage mécanique 12
 - 2.2.2 Les sondes à balayage **électronique** 13
- 2.3 Formation de l'image échographique 14
 - 2.3.1 De la réception de l'écho au signal numérique unidimensionnel 16
 - 2.3.2 Du signal numérique 1D à l'image échographique 2D 16
 - 2.3.3 Les principaux modes de visualisation 18
- 2.4 Bruit et artefacts d'une image échographique 19
- 3 Caractérisation d'une image échographique 20
 - 3.1 Résolution d'une image échographique 20
 - 3.1.1 Résolution axiale 20
 - 3.1.2 Résolution latérale 20
 - 3.2 Distribution des intensités de l'enveloppe 21
 - 3.2.1 Modèle de speckle totalement développé 21
 - 3.2.2 Modèle de speckle partiellement développé 24
 - 3.2.3 Modèles indépendants de la statistique du speckle 25
 - 3.3 Relations entre pixels voisins 26
- 4 Simulation d'une image échographique 26
- 5 Conclusion 27
- Références bibliographiques 29
- II Contexte clinique 33
 - 1 Introduction 33
 - 2 Structure anatomique et échographie rénales 35
 - 2.1 Localisation anatomique et structure du rein 35
 - 2.1.1 Localisation anatomique 35
 - 2.1.2 Structure 35
 - 2.2 Vascularisation et Innervation 38
 - 2.3 Échographie et Imagerie du rein 38
 - 3 Échographie et interventions sur le rein 39



- 3.1 La Néphrolithotomie percutanée 39
 - 3.1.1 Protocole 40
 - 3.1.2 Résultats et Complications possibles 41
- 3.2 La ponction rénale percutanée 42
- 4 Conclusion 42
- Références bibliographiques 45
- III Contexte du travail : Le [logiciel](#) PTM3D 47
 - 1 Le système informatique PTM3D 47
 - 2 Les principaux axes de développement 49
 - 2.1 L'acquisition des images 49
 - 2.2 Les outils de PTM3D pour la segmentation 3D 50
 - 2.3 Les contraintes techniques liées à l'interactivité 50
 - 3 Les principaux domaines de mise en oeuvre 51
 - 4 Conclusion 51
 - Références bibliographiques 53
- IV Le filtrage d'images échographiques dans la littérature 57
 - 1 Introduction 57
 - 2 Revue des algorithmes traditionnels de filtrage 58
 - 2.1 Filtres adaptatifs 58
 - 2.1.1 Préambule : Validation des méthodes de filtrage 59
 - 2.1.2 Filtres basés sur l'erreur quadratique moyenne minimale 59
 - 2.1.3 Filtres reposant sur le filtre moyenne 62
 - 2.1.4 Filtre stochastique 63
 - 2.1.5 Filtres bayésiens 63
 - 2.2 Méthodes non-locales 64
 - 2.3 Filtres basés sur le phénomène de diffusion 65
 - 2.4 Filtrage de données ultrason et radar 67
 - 3 Ondelettes et filtrage 67
 - 3.1 La représentation en ondelettes 69
 - 3.1.1 Transformée en ondelettes [continue](#) 69
 - 3.1.2 Ondelettes et orthogonalité 69



- 3.1.3 Multirésolution et fonction d'échelle 69
- 3.1.4 De l'orthogonalité à la biorthogonalité 71
- 3.2 Ondelettes et filtrage d'images échographiques ou RSO 72
 - 3.2.1 Principes du filtrage en ondelette 72
 - 3.2.2 Techniques classiques de filtrage par seuillage 74
 - 3.2.3 Ondelettes et images ultrason ou RSO 76
- 4 Conclusion 77
- Références bibliographiques 79
- V WSaM : Un [algorithme](#) de filtrage de données échographiques basé sur les ondelettes 85
 - 1 Introduction 85
 - 2 WSaM, un algorithme de filtrage basé sur les ondelettes 87
 - 2.1 Transformée en ondelettes 1D du signal 88
 - 2.2 Dé-bruitage des coefficients via une méthode type split and merge 90
 - 2.3 Paramètres de découpage et d'agglomération utilisés 92
 - 2.3.1 Les paramètres de Split 92
 - 2.3.2 Les paramètres de Merge 92
 - 3 Implémentation et Résultats 93
 - 3.1 Implémentation 93
 - 3.2 Description des données 93
 - 3.3 Critères de validation 94
 - 3.3.1 Le USDSAI (~Q index) 95
 - 3.3.2 Le Ratio signal sur bruit (SNR) 96
 - 3.4 Validation de la méthode sur des données simulées 96
 - 3.5 Conclusion 98
 - Références bibliographiques 101
- VI Segmentation d'échographies rénales : état de l'art 103
 - 1 Introduction 103
 - 2 Approches basées contour 105
 - 2.1 Méthodes dérivatives 105
 - 2.1.1 Principe 105
 - 2.1.2 Méthodes dérivatives et échographie 106



Cours 50 | Filtrage, Segmentation et suivi d'images échographiques: applications cliniques

2.2 Méthodes variationnelles 107

2.2.1 Principe 107

2.2.2 Méthodes variationnelles et échographie 107

3 Approches basées région 108

3.1 Croissance de région 108

[Ondelettes et traitement du signal et d'image 50](#)

Télécharger le fichier PDF: [Filtrage, Segmentation et suivi d'images échographiques:
applications cliniques](#)