

Analyse des structures vasculaires cérébrales obtenues en IRM.

Guidage d'approches discrètes par connaissance anatomique.

Nicolas PASSAT

LSiIT, UMR 7005 CNRS/ULP
Strasbourg

Environnement

Laboratoire : LSIIT, UMR 7005 (Illkirch-Graffenstaden)

→ Informatique

Equipe : MIV (Modèles, Image et Vision)

→ Traitement d'images

Axe "Traitement d'Images Médicales"

20 personnes (4 PR, 7 MC, 1 CR, 1 IR, 7 doctorants)

→ Traitement et analyse d'images cérébrales

Collaboration avec le LINC, UMR 7191 (Strasbourg)

→ Neuroimagerie

Participation au projet multi-laboratoires IRMC (Imagerie et Robotique Médicale et Chirurgicale)

Environnement

Domaine d'expertise (entre autres...) :

Théorie

- Morphologie mathématique
- Topologie discrète
- Géométrie discrète

Applications

- Segmentation
- Analyse

Données

- ARM cérébrales multimodales
- IRM cérébrales
- Tomographie X crânienne
- ...

Plan

Introduction

- Contexte

- État de l'art

- Pistes de travail

Notions de base

- Angiographie par résonance magnétique (ARM)

- Anatomie vasculaire cérébrale

- Morphologie mathématique

Travaux

- Méthologie

- Extraction de connaissance

- Modélisation de connaissance

- Segmentation : méthodes guidées par atlas

- Résultats

Conclusion

- Contribution

- Discussion, perspectives

Plan

Introduction

- Contexte
- État de l'art
- Pistes de travail

Notions de base

- Angiographie par résonance magnétique (ARM)
- Anatomie vasculaire cérébrale
- Morphologie mathématique

Travaux

- Méthologie
- Extraction de connaissance
- Modélisation de connaissance
- Segmentation : méthodes guidées par atlas
- Résultats

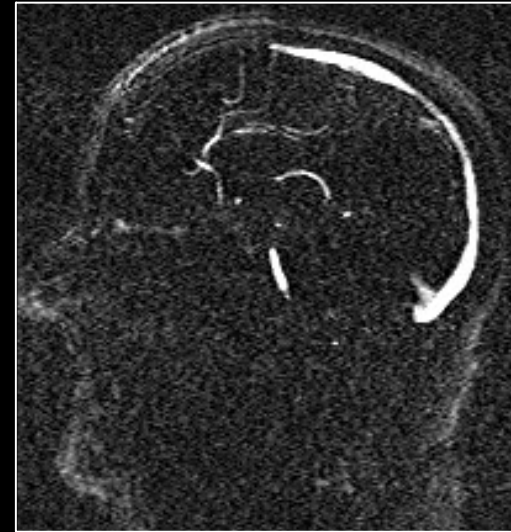
Conclusion

- Contribution
- Discussion, perspectives

Contexte

Imagerie médicale :

- imagerie angiographique (~1930) ;
- imagerie 3D (~1970).
- angiographie par résonance magnétique (ARM, ~1990).



Difficultés d'analyse :

- nombre d'acquisitions (recherche de pathologies, planification neurochirurgicale, ...) ;
- volume des données ;
- mode de visualisation (coupes, projection 2D).

Apport de l'outil informatique :

- augmenter la lisibilité des images (amélioration) ;
- assister les radiologues dans leur analyse (segmentation).

État de l'art

Segmentation d'images angiographiques 3D :

- domaine récent (15 ans) déjà basé sur les travaux plus anciens en 2D ;
- très prolifique :
 - nombreuses méthodes ;
 - majeure partie des concepts de TI mise en jeu (filtrage, morpho math, croissance de région, suivi de vaisseaux, analyse différentielle, modèles déformables, analyse statistique, ...) ;
- mais peu de méthodes finalement utilisées en routine clinique.

État de l'art

Après quinze années de recherche, encore perfectible.

Causes possibles :

- nature des structures recherchées (petite taille, faible volume) ;
- qualité des données (ARM) et leur contenu.

Remarque :

la quasi-totalité des méthodes proposées sont basées sur un ensemble d'hypothèses relativement restreint :

- nature du signal vasculaire ;
- forme globalement tubulaire des vaisseaux.

Pistes de travail

Quelles voies explorer pour aboutir, à terme, à des méthodes suffisamment fiables pour être employées en routine clinique :

- mieux utiliser les images (meilleure prise en compte de leur sémantique) ;
- utiliser plus d'images (prise en compte d'information indirectement liée aux structures recherchées).

Notions d'intégration de connaissance anatomique et d'utilisation de données multimodales.

Plan

Introduction

Contexte

État de l'art

Pistes de travail

Notions de base

Angiographie par résonance magnétique (ARM)

Anatomie vasculaire cérébrale

Morphologie mathématique

Travaux

Méthologie

Extraction de connaissance

Modélisation de connaissance

Segmentation : méthodes guidées par atlas

Résultats

Conclusion

Contribution

Discussion, perspectives

Angio. par résonance magnétique

Techniques d'imagerie par résonance magnétique destinées à visualiser le flux sanguin en tirant partie des propriétés physiques induites par le mouvement du sang.

Applications :

- recherche de pathologies vasculaires (sténoses, anévrismes, thromboses...);
- planification neurochirurgicale ;
- recherche de marqueurs vasculaires pour l'étude fonctionnelle du cerveau.

Angio. par résonance magnétique

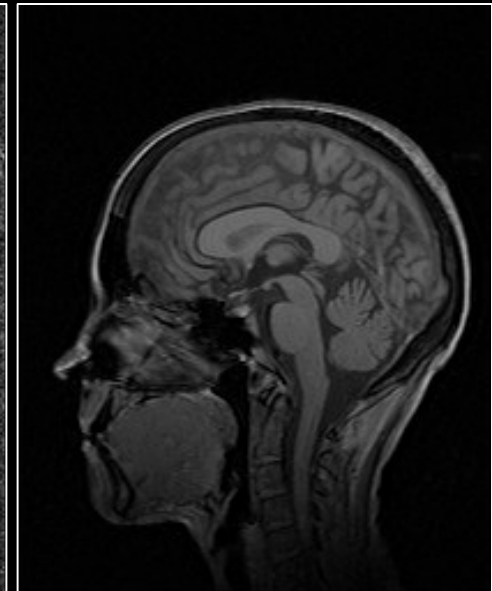
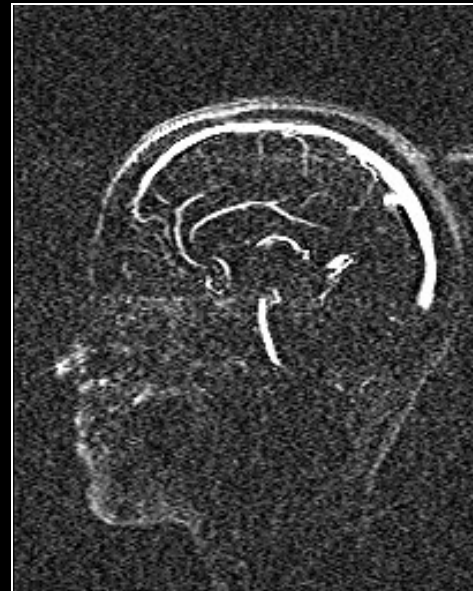
Deux types principaux d'ARM :

- ARM par temps de vol (ARM TOF) ;



- ARM par contraste de phase (ARM PC).

Multimodales par définition.



Plan

Introduction

Contexte

État de l'art

Pistes de travail

Notions de base

Angiographie par résonance magnétique (ARM)

Anatomie vasculaire cérébrale

Morphologie mathématique

Travaux

Méthologie

Extraction de connaissance

Modélisation de connaissance

Segmentation : méthodes guidées par atlas

Résultats

Conclusion

Contribution

Discussion, perspectives

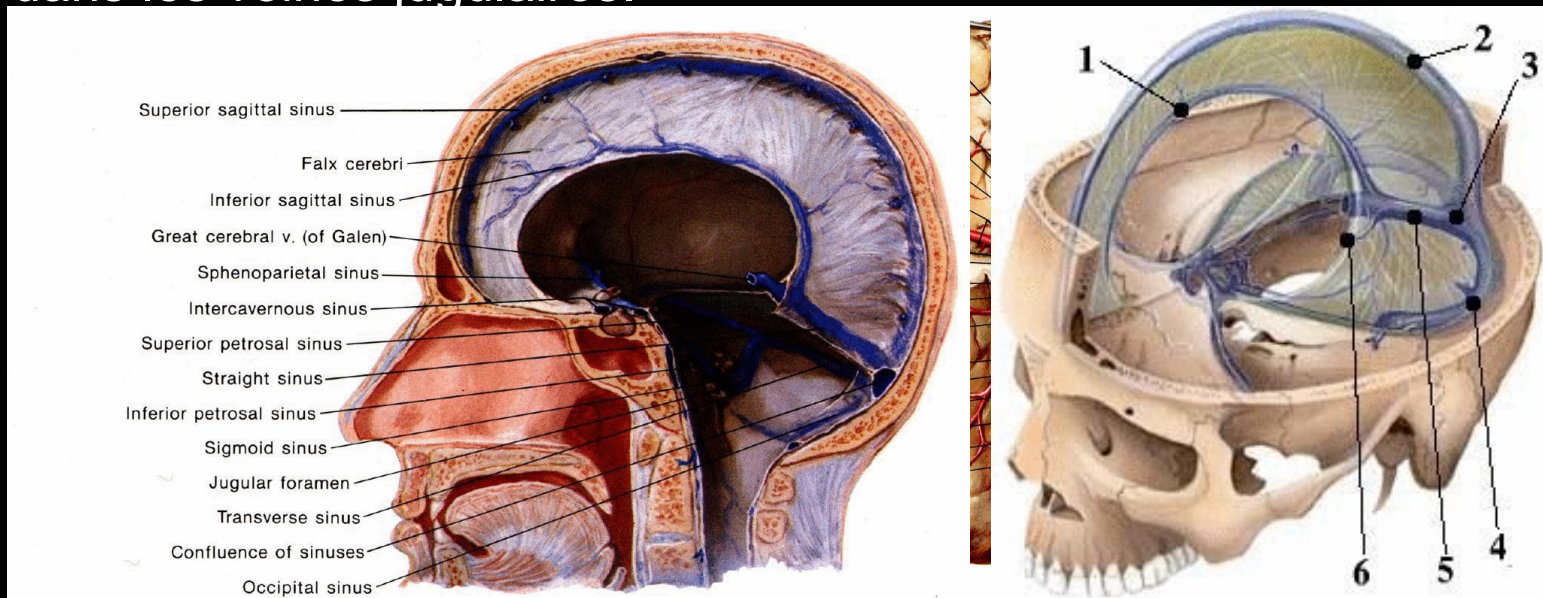
Anatomie vasculaire cérébrale

Réseau artériel :

Alimente le cerveau à partir de quatre artères principales (carotides et vertébrales).

Réseau veineux :

Draine le sang au niveau de deux systèmes (superficiel, profond) jusque dans les veines jugulaires.



Anatomie vasculaire cérébrale

Réseau très complexe mais présentant un certain nombre d'invariants anatomiques :

- taille des vaisseaux ;
- position ;
- orientation ;
- trajectoire ;
- forme ;
- structure (topologie) ;
- relations avec d'autres structures anatomiques.

Plan

Introduction

Contexte

État de l'art

Pistes de travail

Notions de base

Angiographie par résonance magnétique (ARM)

Anatomie vasculaire cérébrale

Morphologie mathématique

Travaux

Méthologie

Extraction de connaissance

Modélisation de connaissance

Segmentation : méthodes guidées par atlas

Résultats

Conclusion

Contribution

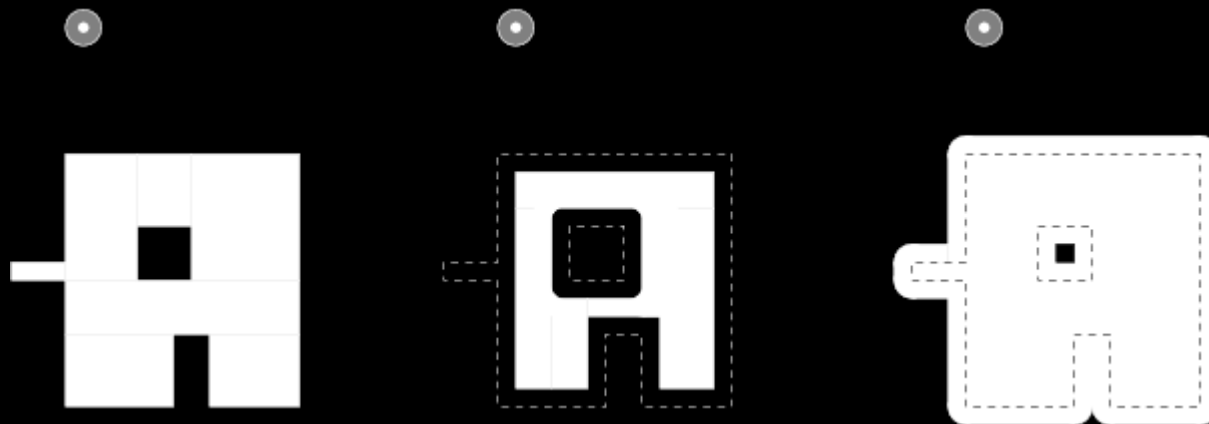
Discussion, perspectives

Morphologie mathématique

Théorie d'analyse d'images (Matheron et Serra, 1964).

Objectif principal : extraction de connaissance à partir de mesures fondées sur les formes et structures des objets contenus dans l'image.

Principe de base : parcourir l'image à l'aide d'éléments structurants assimilables à des filtres et présentant des propriétés géométriques connues, choisies en fonction des objectifs à atteindre.



Morphologie mathématique

Plusieurs outils de traitement d'images parmi lesquels :

- transformée en tout-ou-rien à niveaux de gris ;
- croissance de région ;
- segmentation par ligne de partage des eaux ;
- réduction homotopique ;
- ...

Outils permettant l'intégration d'un large ensemble d'hypothèses relatives à la forme, l'intensité ou la structure topologique des objets recherchés, dans le cadre de procédures de segmentation.

Plan

Introduction

Contexte

État de l'art

Pistes de travail

Notions de base

Angiographie par résonance magnétique (ARM)

Anatomie vasculaire cérébrale

Morphologie mathématique

Travaux

Méthologie

Extraction de connaissance

Modélisation de connaissance

Segmentation : méthodes guidées par atlas

Résultats

Conclusion

Contribution

Discussion, perspectives

Méthodologie

Objectif :

- segmentation des structures vasculaires cérébrales à partir d'images ARM.

Constat :

- méthodes de segmentation existantes utilisent très peu de connaissance relative à ces structures ;
- résultats obtenus encore perfectibles.

Méthodologie

À disposition :

- structures anatomiques présentant de nombreux invariants interprétables en terme de propriétés géométriques, topologiques et structurelles ;
- des images dont la multimodalité permet de prendre en compte certaines de ces propriétés qui lient structures vasculaires et non vasculaires ;
- des outils de traitement d'image qui permettent de tirer parti de la plupart de ces propriétés.

Méthodologie

Méthodologie proposée :

développement d'une conception de la segmentation des structures vasculaires cérébrales visant à intégrer des éléments de connaissance anatomique afin de guider des outils de morphologie mathématique.

But :

évaluer l'impact d'une telle approche qui tend finalement à se rapprocher de la stratégie d'analyse que serait susceptible d'appliquer un expert humain.

Méthodologie

Trois phases :

- extraction de la connaissance ;
- modélisation de la connaissance ;
- utilisation dans le cadre des méthodes de segmentation proprement dites.

Plan

Introduction

Contexte

État de l'art

Pistes de travail

Notions de base

Angiographie par résonance magnétique (ARM)

Anatomie vasculaire cérébrale

Morphologie mathématique

Travaux

Méthologie

Extraction de connaissance

Modélisation de connaissance

Segmentation : méthodes guidées par atlas

Résultats

Conclusion

Contribution

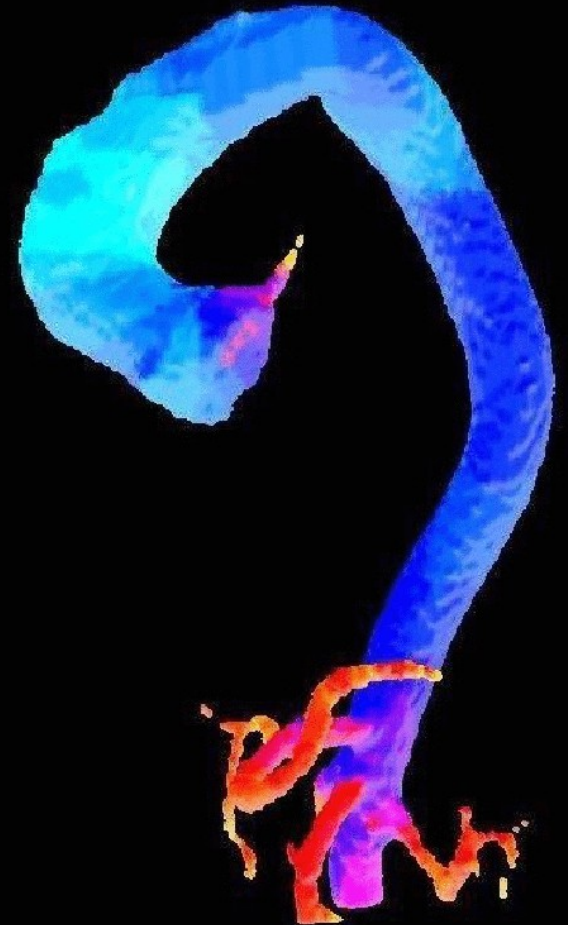
Discussion, perspectives

Extraction de connaissance

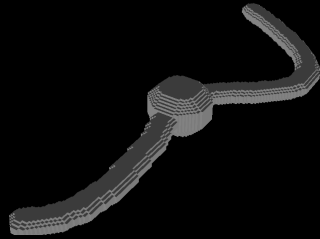
Objectif : systématisation de l'extraction.

Connaissance :

- "taille" des vaisseaux ;
- "orientation".



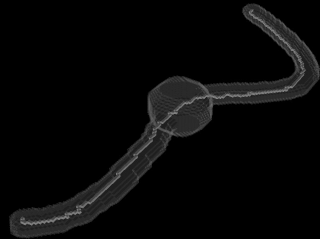
Extraction de connaissance



Entrée : image binaire supposée correspondre à une tructure vasculaire, simple ou arborescente.

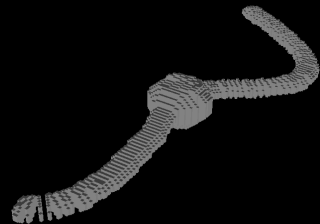
Étape de squelettisation :

- Réduction homotopique par couches.
- Phase d'élagage des barbules par recherche de chemin les plus longs.



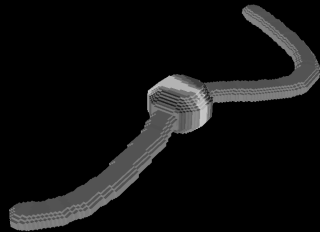
Étape de calcul de plans de coupe :

- Détermination des tangentes au squelette.
- Calcul de plans naïfs discrets normaux.
- Intersection avec l'objet.



Étape de calcul de l'aire des sections :

- Calcul d'aire discrète.
- Extension sur l'ensemble du volume.



Plan

Introduction

Contexte

État de l'art

Pistes de travail

Notions de base

Angiographie par résonance magnétique (ARM)

Anatomie vasculaire cérébrale

Morphologie mathématique

Travaux

Méthologie

Extraction de connaissance

Modélisation de connaissance

Segmentation : méthodes guidées par atlas

Résultats

Conclusion

Contribution

Discussion, perspectives

Modélisation de connaissance

Connaissances de diverses natures :

- connaissance relative aux seuls vaisseaux (taille, orientation, topologie) ;
- connaissance relative aux autres structures (relations, position) ;
- connaissance « quantifiable » (taille, orientation, position) ;
- connaissance non « quantifiable » (topologie, relations).

Modélisation de connaissance

Connaissance propre ou relative.

Prise en compte d'information relative aux vaisseaux (images angiographiques) mais aussi d'information relative aux autres structures anatomiques (images non angiographiques).

Notion de multimodalité.

Connaissance « quantifiable » ou non.

Divers modes de représentation.

Notion d'atlas permet d'appréhender ces différents impératifs.

Modélisation de connaissance

Notion d'atlas.

Peut être vu comme une carte synthétisant des informations relatives à un espace ou une partie d'un espace donné.

$$\left| \begin{array}{ll} \mathcal{I} : & [0, d_x - 1] \times [0, d_y - 1] \times [0, d_z - 1] \rightarrow \mathbb{Z} \\ & (x, y, z) \quad \mapsto \quad v \end{array} \right.$$

$$\left| \begin{array}{ll} \mathcal{A} : & [0, d_x - 1] \times [0, d_y - 1] \times [0, d_z - 1] \rightarrow K \\ & (x, y, z) \quad \mapsto \quad c \end{array} \right.$$

Deux formes possibles d'atlas :

- atlas par régions ;
- atlas par champs.

Modélisation de connaissance

Atlas par champs.

$$\left| \begin{array}{l} \mathcal{A} : [0, d_x - 1] \times [0, d_y - 1] \times [0, d_z - 1] \rightarrow K \\ \qquad \qquad \qquad (x, y, z) \qquad \qquad \qquad \mapsto c \end{array} \right.$$

$$K = \prod_i K_i$$

Donne une série de valeurs scalaires en chaque point de l'atlas.

Propriétés :

- représentation fine de la connaissance (+) ;
- représentation d'information formalisable sous forme de champs scalaire (--)
- nécessité de création automatique (--)
- reproductibilité (+)
- capacité à gérer de large bases d'images (+).

Modélisation de connaissance

Atlas par champs.

$$\left| \begin{array}{l} \mathcal{A} : I \rightarrow [0, 1] \times \mathcal{P}(\mathbb{R}^+) \times \mathcal{P}([0, \pi[\times [0, \pi[\\ \mathbf{x} \mapsto (\mathcal{A}^d(\mathbf{x}), \mathcal{A}^t(\mathbf{x}), \mathcal{A}^o(\mathbf{x})) = (d, t, o) \end{array} \right.$$

Modélisation de l'information en terme de :

- densité vasculaire ;
- taille des vaisseaux ;
- orientation absolue des vaisseaux.

Protocole de création :

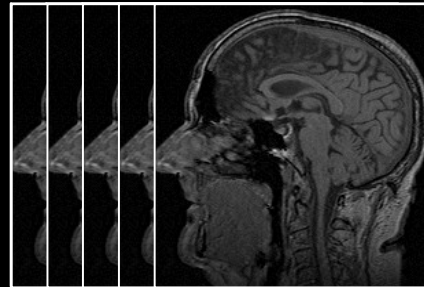
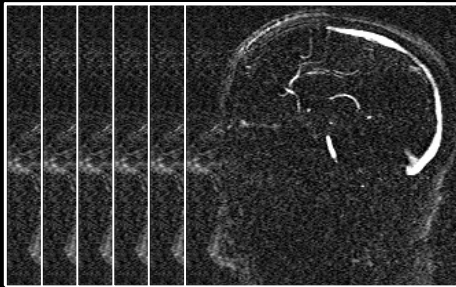
- extraction de connaissance ;
- recalage ;
- fusion de données.

Modélisation de connaissance

Atlas par champs.

Entrée :

- base d'images de phase ARM PC (segmentées) ;
- base d'images modules ARM PC associée ;
- image de référence.



Sortie :

- atlas associé à cette référence.

Modélisation de connaissance

Atlas par champs.

Extraction de connaissance :

chaque image de phase segmentée et traitée par la méthode de calcul d'épaisseur, fournit trois fonctions :



$$\left. \begin{array}{l} p_{seg}^i : I \rightarrow \{0, 1\} \\ \mathbf{x} \mapsto d \end{array} \right|$$



$$\left. \begin{array}{l} p_{ske}^i : I \rightarrow [0, \pi[\times [0, \pi[\\ \mathbf{x} \mapsto (p_{ske,\theta}^i(\mathbf{x}), p_{ske,\phi}^i(\mathbf{x})) = o \end{array} \right|$$



$$\left. \begin{array}{l} p_{thi}^i : I \rightarrow \mathbb{R}^+ \\ \mathbf{x} \mapsto t \end{array} \right|$$

Modélisation de connaissance

Atlas par champs.

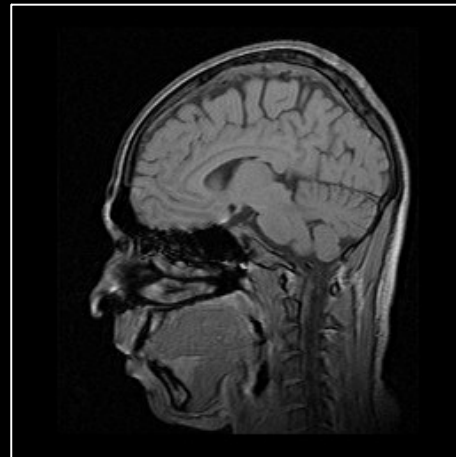
Recalage :

chaque image module associée à une image de phase est recalée sur l'image référence, fournissant un champ de déformation.

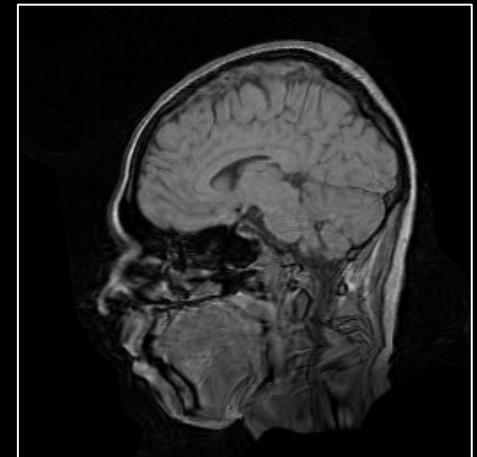
$$\forall \mathbf{x} \in I, p^i(\mathbf{x}) \triangleq p_{mod}^{ref}(D^i(\mathbf{x}))$$



Source



Cible



Résultat

Modélisation de connaissance

Atlas par champs.

Fusion de données :

l'atlas peut alors être généré en fusionnant l'information relative à la densité vasculaire :

$$\left| \begin{array}{l} \mathcal{A}^d : I \rightarrow [0, 1] \\ \mathbf{x} \mapsto d \end{array} \right.$$

$$\forall \mathbf{x} \in I, \mathcal{A}^d(\mathbf{x}) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} p_{seg}^i((D^i)^{-1}(\mathbf{x}))$$

Modélisation de connaissance

Atlas par champs.

Fusion de données :

... à la taille des vaisseaux :

$$\left| \begin{array}{l} \mathcal{A}^t : I \rightarrow \mathcal{P}(\mathbb{R}^+) \\ \mathbf{x} \mapsto t \end{array} \right.$$

$$\forall \mathbf{x} \in I, \mathcal{A}^t(\mathbf{x}) = [\max\{0, a(\mathbf{x}) - \sigma_a(\mathbf{x})\}, a(\mathbf{x}) + \sigma_a(\mathbf{x})]$$

$$a(\mathbf{x}) = \begin{cases} 0 & \text{si } N(\mathbf{x}) = \emptyset \\ \frac{1}{\text{card}(N(\mathbf{x}))} \sum_{i \in N(\mathbf{x})} p_{thi}^i((D^i)^{-1}(\mathbf{x})) & \text{sinon} \end{cases}$$

$$N(\mathbf{x}) = \{i \in [0, n-1] \mid p_{seg}^i((D^i)^{-1}(\mathbf{x})) = 1\}$$

Modélisation de connaissance

Atlas par champs.

Fusion de données :

... et à leur orientation :

$$\left| \begin{array}{l} \mathcal{A}^o : I \rightarrow \mathcal{P}([0, \pi[\times [0, \pi[\\ \mathbf{x} \mapsto o \end{array} \right.$$

$$\forall \mathbf{x} \in I, \mathcal{A}^o(\mathbf{x}) = \Theta(\mathbf{x}) \times \Phi(\mathbf{x})$$

Modélisation de connaissance

Atlas par champs.

$$\Theta(\mathbf{x}) = \begin{cases} \emptyset & \text{si } N(\mathbf{x}) = \emptyset \\ [0, \pi[& \text{si } N(\mathbf{x}) \neq \emptyset \text{ et } \sigma_\theta(\mathbf{x}) \geq \pi/4 \\ [\theta(\mathbf{x}) - \sigma_\theta(\mathbf{x}), \theta(\mathbf{x}) + \sigma_\theta(\mathbf{x})] \pmod{\pi} & \text{sinon} \end{cases}$$

$$\Phi(\mathbf{x}) = \begin{cases} \emptyset & \text{si } N(\mathbf{x}) = \emptyset \\ [0, \pi[& \text{si } N(\mathbf{x}) \neq \emptyset \text{ et } \sigma_\phi(\mathbf{x}) \geq \pi/4 \\ [\phi(\mathbf{x}) - \sigma_\phi(\mathbf{x}), \phi(\mathbf{x}) + \sigma_\phi(\mathbf{x})] \pmod{\pi} & \text{sinon} \end{cases}$$

$$\theta(\mathbf{x}) = \sum_{i \in N(\mathbf{x})} \frac{1}{\text{card}(N(\mathbf{x}))} p_{ske, \theta}^i((D^i)^{-1}(\mathbf{x}))$$

$$\phi(\mathbf{x}) = \sum_{i \in N(\mathbf{x})} \frac{1}{\text{card}(N(\mathbf{x}))} p_{ske, \phi}^i((D^i)^{-1}(\mathbf{x}))$$

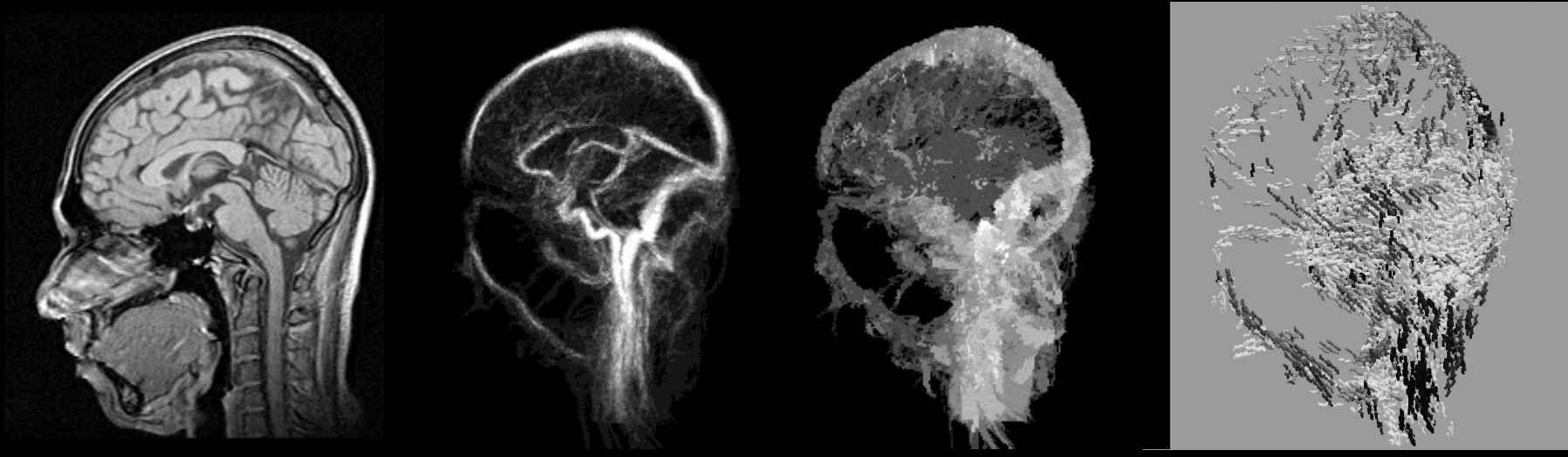
Modélisation de connaissance

Atlas par champs.

Résultat (atlas créé à partir d'une base de 18 ARM PC) :

$$\begin{array}{l} \mathcal{A} : I \rightarrow [0, 1] \times \mathcal{P}(\mathbb{R}^+) \times \mathcal{P}([0, \pi[\times [0, \pi[) \\ \mathbf{x} \mapsto (\mathcal{A}^d(\mathbf{x}), \mathcal{A}^t(\mathbf{x}), \mathcal{A}^o(\mathbf{x})) = (d, t, o) \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \mathcal{A}' : I \rightarrow \mathbb{R}^7 \\ \mathbf{x} \mapsto (d, a, \sigma_a, \theta, \sigma_\theta, \phi, \sigma_\phi)(\mathbf{x}) \end{array}$$



Plan

Introduction

- Contexte
- État de l'art
- Pistes de travail

Notions de base

- Angiographie par résonance magnétique (ARM)
- Anatomie vasculaire cérébrale
- Morphologie mathématique

Travaux

- Méthologie
- Extraction de connaissance
- Modélisation de connaissance
- Segmentation : méthodes guidées par atlas**
- Résultats

Conclusion

- Contribution
- Discussion, perspectives

Segmentation

Utilisation de connaissance pour le guidage de la segmentation.

La forme des atlas (par régions ou par champs), la manière dont ils modélisent la connaissance et la connaissance considérée elle-même, ont une influence sur la manière dont cette connaissance peut être employée par les méthodes de segmentation.

Plusieurs alternatives :

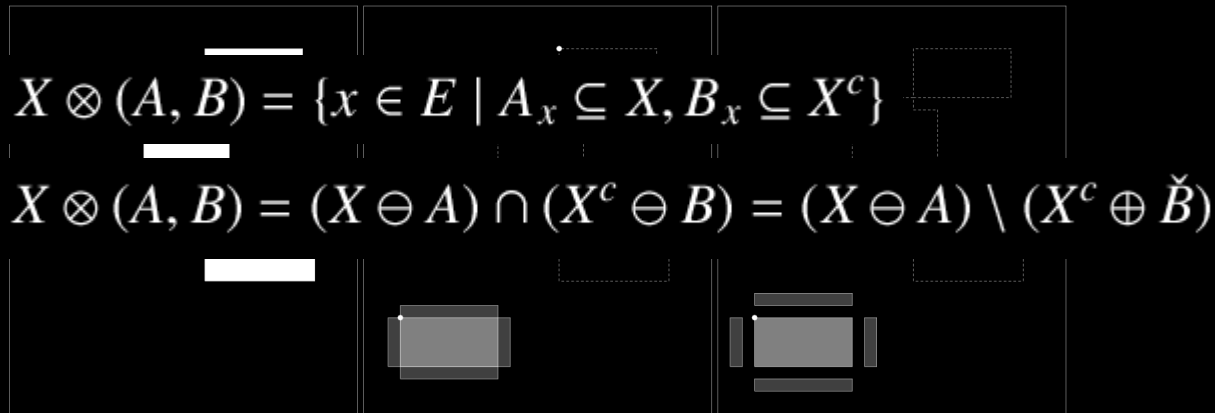
- segmentations globales vs. segmentations dédiées ;
- utilisation intrinsèque de connaissance vs. utilisation extrinsèque.

Segmentation

Méthode de segmentation par TTRNG.

Transformée en tout-ou-rien :

opérateur permettant de détecter des motifs en fonction de leur forme et de celle du fond dans leur voisinage.



Extension aux images à niveaux de gris (Ronse, Soille) :

$$[p_{\text{angio}} \otimes (a, b)](\mathbf{x}) = \begin{cases} 1 & \text{si } (p_{\text{angio}} \ominus A)(\mathbf{x}) \geq (p_{\text{angio}} \oplus \check{B})(\mathbf{x}) + \alpha - \beta \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Segmentation

Méthode de segmentation par TTRNG.

Objectifs :

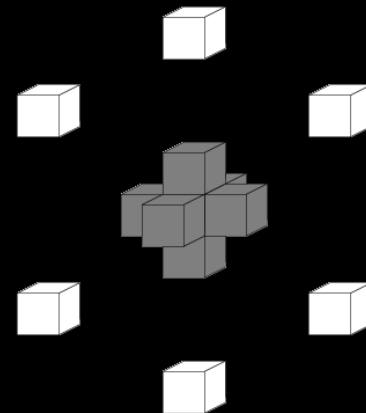
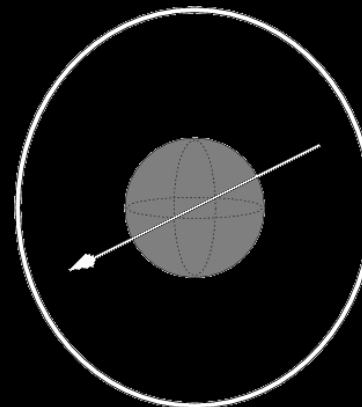
utiliser de la connaissance sur la forme, l'orientation et la position des vaisseaux pour une segmentation d'images ARM PC guidée par atlas.

Intérêt de la TTRNG :

possibilité d'utiliser des éléments composites dont la structure est adaptée à la recherche de vaisseaux dans les images ARM.

Éléments composites proposés :

- « objet » (vaisseau) : sphère A ;
- « fond » : cercle échantillonné B.

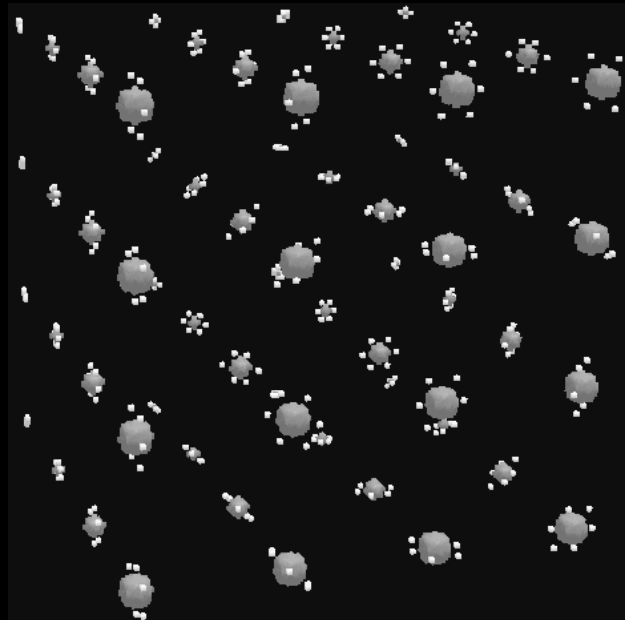


Segmentation

Méthode de segmentation par TTRNG.

Éléments composites proposés :

pas un élément composite mais toute une classe d'éléments présentant des paramètres variables pour le rayon de A, le rayon de B, l'orientation de B (plus des paramètres d'intensité...)



Segmentation

Méthode de segmentation par TTRNG.

Segmentation naïve :

```
 $p_{seg} = \emptyset$   
pour tout  $\mathbf{x} \in I$   
  pour tout  $(a, b)$  tel que  $(r_A, r_B, \theta_B, \phi_B, \Delta_{\alpha, \beta}) \in V_{r_A} \times V_{r_B} \times V_{\theta_B} \times V_{\phi_B} \times V_{\alpha - \beta}$   
    si  $[p_{angio} \otimes (a, b)](\mathbf{x}) = 1$  alors  
       $p_{seg} = p_{seg} \cup \{\mathbf{x}\}$   
    fin si  
  fin pour  
fin pour
```

L'application, en chaque point de l'image de tous les éléments composites possibles va fournir une segmentation correcte mais en un temps déraisonnable (explosion combinatoire).

Segmentation

Méthode de segmentation par TTRNG.

Utilité de l'atlas :

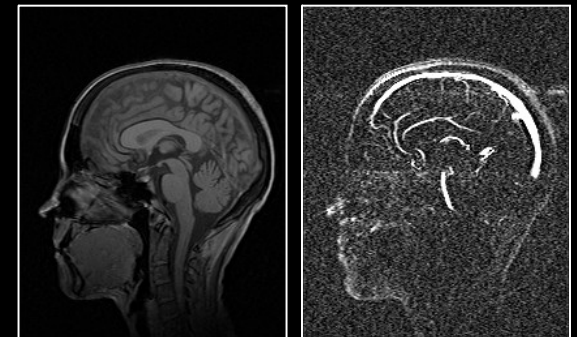
restreindre l'espace des paramètres afin d'obtenir une segmentation de qualité identique en un temps raisonnable.

Entrée :

- une image ARM PC (module) ;
- une image ARM PC (phase) ;
- l'atlas par champs ;
- l'image référence associée à l'atlas.

Sortie :

- une image du flux sanguin.



Segmentation

Méthode de segmentation par TTRNG.

Algorithme - étape 1 : recalage non rigide.



$$\left| \begin{array}{l} \mathcal{A}_{rec} : I \rightarrow [0, 1] \times \mathcal{P}(\mathbb{R}^+) \times \mathcal{P}([0, \pi[\times [0, \pi[\\ \mathbf{x} \mapsto (\mathcal{A} \circ D^{-1})(\mathbf{x}) \end{array} \right.$$

Algorithme - étape 2 : génération d'ensembles de fonctions structurantes pour chaque point de l'atlas.

Segmentation

Méthode de segmentation par TTRNG.

Algorithme - étape 3 : segmentation.

```
 $p_{seg} = \emptyset$   
pour tout  $\mathbf{x} \in I$   
  pour tout  $(a, b) \in FS_{\mathbf{x}}$   
    si  $[p_{pha} \otimes (a, b)](\mathbf{x}) \neq 0$  alors  
       $p_{seg} = p_{seg} \cup (A \oplus \{\mathbf{x}\})$   
    fin si  
  fin pour  
fin pour
```

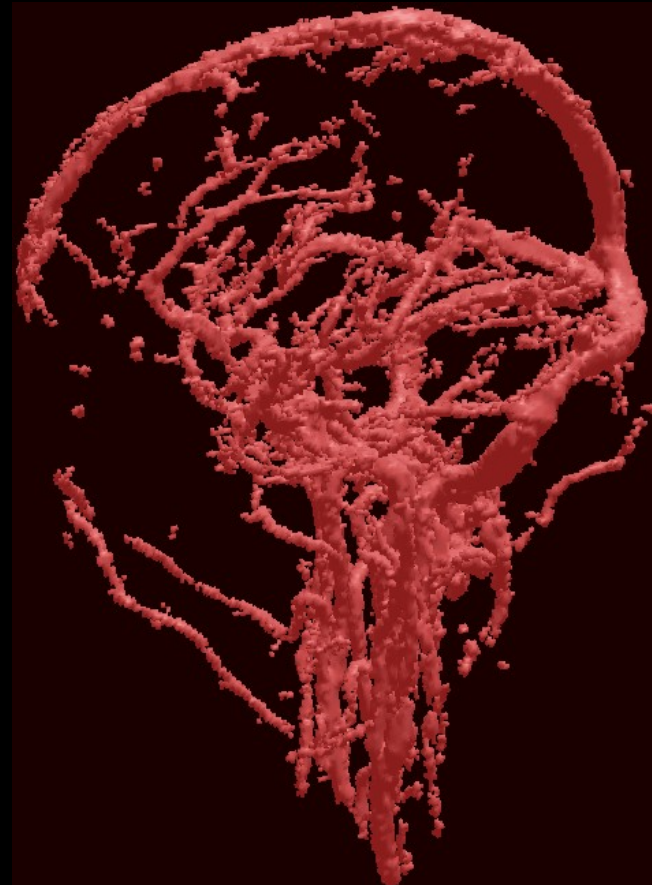
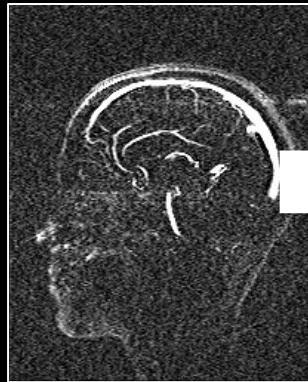
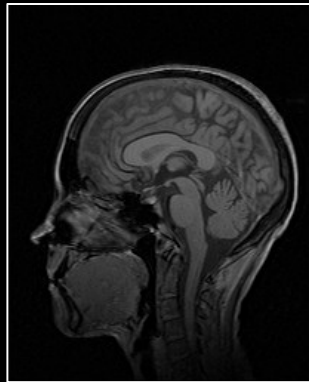
Réduction du coût algorithmique :

- densité vasculaire : réduction de 96% du volume de voxels traité ;
- taille : réduction d'au moins 75% des couples d'ES possibles ;
- orientation : réduction d'au moins 25% des couples d'ES possibles.

Segmentation

Méthode de segmentation par TTRNG.

Résultats :



Validations sur 30 ARM PC :
Résultats comparés par rapports aux
méthodes par croissance de région.

2% de faux positifs.
21% de faux négatifs.

Plan

Introduction

Contexte

État de l'art

Pistes de travail

Notions de base

Angiographie par résonance magnétique (ARM)

Anatomie vasculaire cérébrale

Morphologie mathématique

Travaux

Méthologie

Extraction de connaissance

Modélisation de connaissance

Segmentation : méthodes guidées par atlas

Résultats

Conclusion

Contribution

Discussion, perspectives

Résultats

Plusieurs méthodes de segmentation ont été testées et validées :

- programmées et intégrées dans la plate-forme Medimax développée par l'équipe IIV du LINC ;
- testées sur des bases d'images (70 ARM PC et 9 couples IRM T1/ARM TOF) ;
- validées par des spécialistes.

Résultats :

- comportement satisfaisant (automaticité, adaptabilité, ...) ;
- résultats généralement corrects (topologie, robustesse par rapport au signal, ...).

Plan

Introduction

- Contexte

- État de l'art

- Pistes de travail

Notions de base

- Angiographie par résonance magnétique (ARM)

- Anatomie vasculaire cérébrale

- Morphologie mathématique

Travaux

- Méthologie

- Extraction de connaissance

- Modélisation de connaissance

- Segmentation : méthodes guidées par atlas

- Résultats

Conclusion

- Contribution

- Discussion, perspectives

Conclusion

Dans le cadre de ces travaux, on a montré :

1. la possibilité de générer des atlas vasculaires ;
2. l'utilité de l'utilisation de connaissance ;
3. l'utilité de la multimodalité ;
4. l'adéquation de la morphologie mathématique.

Mais cadre très spécifique (RMN, cérébral, non pathologique...).

Questions en suspens :

1. limites spatiales ?
2. limites applicatives ?
3. impact de l'intégration de connaissance ?
4. potentiel de progression ?

Conclusion

Perspectives : Vers des outils « intelligents » ?

- Avancées théoriques sur les concepts de morphologie mathématique, topologie discrète, géométrie discrète.
- Progrès dans la représentation des connaissances (atlas, notions de relations spatiales, de structures, ...).
- Progrès dans le guidage des méthodes (compréhension de ce que contiennent les images...).
- Reflexion sur la validation des méthodes : comment obtenir de la vérité terrain (simulation d'images angiographiques) ?

Participants

Contributeurs principaux

Nicolas Passat	(LSIIT - MIV)
Christian Ronse	(LSIIT - MIV)
Joseph Baruthio	(LINC - IIV)

Contributeurs secondaires

Jean-Paul Armspach	(LINC - IIV)
Marie-Andrée Jacob-Da Col	(LSIIT - MIV)
Vincent Noblet	(LSIIT - MIV)
Claude Maillot	(Institut d'Anatomie Normale - HUS)
Dini Chillet	(ESCPE Lyon)
Benoît Naegel	(EIG Genève)

Publications liées aux travaux

B. Naegel, N. Passat, C. Ronse. *Grey-level hit-or-miss transforms: Part II - Application to angiographic image processing*. Pattern Recognition, 40(2):648-658 (2007).

N. Passat, C. Ronse, J. Baruthio, J.-P. Armspach, C. Maillot. *Magnetic resonance angiography: From anatomical knowledge modeling to vessel segmentation*. Medical Image Analysis, 10(2):259-274 (2006).

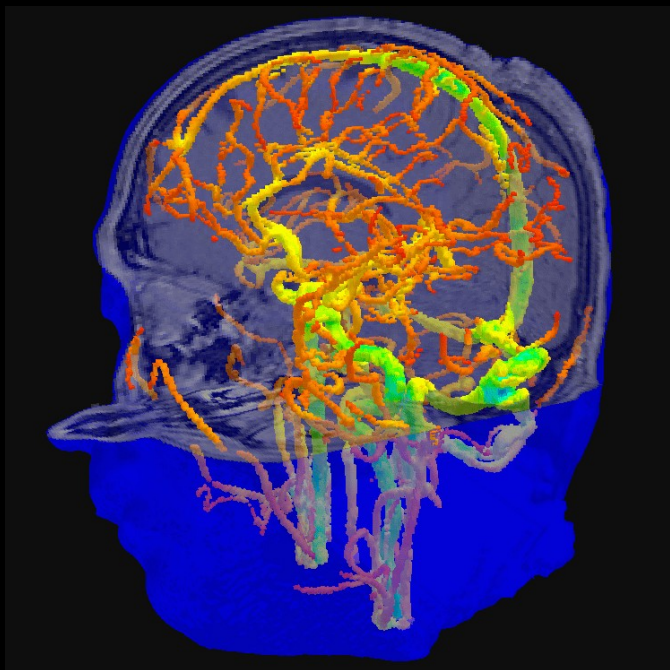
N. Passat, C. Ronse, J. Baruthio, J.-P. Armspach, C. Maillot. *Cerebral vascular atlas generation for anatomical knowledge modeling and segmentation purpose*. IEEE CVPR 2005, Vol. 2, 331-337 (2005).

V. Noblet, C. Heinrich, F. Heitz, J.-P. Armspach. *3-D deformable image registration: a topology preservation scheme based on hierarchical deformation models and interval analysis optimization*. IEEE Transactions on Image Processing, 14(5):553-566 (2005)

D. Chillet, N. Passat, M.-A. Jacob-Da Col, J. Baruthio. *Thickness estimation of discrete tree-like tubular objects: Application to vessel quantification*. SCIA 2005, Vol. 3540 of LNCS, 263-271(2005).

N. Passat, C. Ronse, J. Baruthio, J.-P. Armspach. *Automatic parameterization of grey-level hit-or-miss operators for brain vessel segmentation*. IEEE ICASSP 2005, Vol. 2, 737-740 (2005).

Merci de votre attention



Contact

passat@dpt-info.u-strasbg.fr

<https://dpt-info.u-strasbg.fr/~passat>

Liens labos/équipes

LSiIT : <http://lsiit.u-strasbg.fr>

MIV : <http://lsiit-miv.u-strasbg.fr/miv>

LINC (IIV) : <http://alsace.u-strasbg.fr/ipb/tim>

IRMC : <http://irmc.u-strasbg.fr>