

INRIA, centre de recherche de Sophia-Antipolis

Activités Scientifiques liées à la santé

N. Ayache

4 juin 2008



Les 8 centres INRIA



3800 personnes
186 M€

juin 2008




Centre de Recherche INRIA Sophia Antipolis Méditerranée


- 31 équipes de recherche sur 3 sites :
 - Sophia, Marseille et Montpellier
- ~500 personnes
 - 170 Chercheurs statutaires
 - 150 doctorants
 - 30 post-docs
 - 60 ingénieurs et 80 ITA
- Budget 2008 : 26.3 M€
- Très forte présence dans les pôles de compétitivité et le tissu associatif
- Accueil du Siège du GIE ERCIM – W3C Europe



Politique scientifique


Plan stratégique 2008-2012 de l'INRIA, 3 priorités du Centre

- Médecine et Biologie numériques
- Communication et calcul omniprésents
- Modélisation, Simulation et Interaction avec le monde réel



31 équipes de recherche (juin 2008)
dont 11 ayant des applications dans le domaine de la santé

- Systèmes biologiques (7)
 - Asclepios, Comore, Demar, Mere, Odyssee, Virtual Plants, ABS
- Systèmes cognitifs (5)
 - Axis, Ariana, Edelweiss, Pulsar, Reves
- Systèmes communicants (7)
 - Aoste, Maestro, Mascotte, Mimosa, Oasis, Planète, LogNet
- Systèmes numériques (7)
 - Apics, Arobas, Nachos, Tosca, Tropics, Opale, Smash
- Systèmes symboliques (5)
 - Coprin, Everest, Galaad, Geometrica, Marelle





7

DEMAR DEambulation et Mouvement Artificiel

Restaurer le mouvement de membres paralysés par la stimulation électrique fonctionnelle (FES)

D. Guiraud

AXES DE RECHERCHE

- Modélisation
- Commande
- Synthèse et analyse de mouvement
- Interface patient
- Stimulateurs implantés
- Capteurs

APPLICATIONS

Restauration du mouvement d'un membre paralysé

Modélisation et caractérisation des pathologies motrices

Modélisation des boucles sensori-motrices

COLLABORATIONS

MXM Labs

Relations internationales avec des laboratoires européens au Danemark (Université d'Aalborg, laboratoire SMI), en Allemagne (IBMT).

LOGICIELS

Embedded software for FES system

RdP to VHDL tool

Brevet.



LIRMM INRIA

Equipe-projet DEMAR

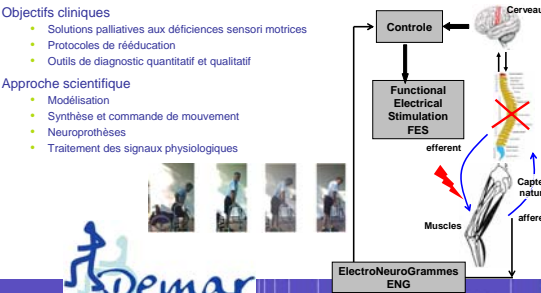
LIRMM et Santé > Déambulation Et Mouvement Artificiel

Objectifs cliniques

- Solutions palliatives aux déficiences sensori motrices
- Protocoles de rééducation
- Outils de diagnostic quantitatif et qualitatif

Approche scientifique

- Modélisation
- Synthèse et commande de mouvement
- Neuroprothèses
- Traitement des signaux physiologiques



ElectroNeuroGrammes ENG

LIRMM INRIA

Restauration de l'audition : NEUROCOM

Implant actif intelligent


- Objectif « tout implanté »
- Stimulation multipolaire synchrone

Traitement du signal embarqué avancé

Technologie générique pour les systèmes implantés actifs

Synergie technologique et scientifique

- LIRMM, INRIA
- MXM, SORIN, SOMMEPP
- CHU Montpellier / Marseille



LIRMM INRIA INNOVOPHÈME

10

Pulsar Environnements de résolution de problèmes pour des systèmes autonomes

M. Thomat

Interprétation automatique d'images
Réutilisation et pilotage automatique de programmes

AXES DE RECHERCHE

- Langages d'expression des connaissances,
- Mécanismes d'apprentissage et de traitement de ces connaissances adaptés à des classes de problèmes spécifiques

APPLICATIONS

- Vidéosurveillance (stations de métro, hôpitaux),
- Reconnaissance de pollens,
- Biopuces

LOGICIELS

LAMA, OCAPI, PLANETE, PEGASE+

COLLABORATIONS


AGRI (France) dans le cadre du projet européen Climat Environnement ASTHMA

Racal Research (UK, Bull (France) et Vigitec (Belgique) rassemblés autour du projet européen IST ADVISOR,

Coopération avec Bull dans le cadre de Télescope2 pour le développement d'un système intelligent de vidéosurveillance,

RATP

Création d'une start-up en 2005, Keeneo



LIRMM INRIA

HealthCare Monitoring

Approach :


- Multi-sensor analysis of elderly activities

Objectives :

- Detect in real-time any alarming situation
- Identify a person profile from the global trends of life parameters

Examples:

- Use_foodcupboard
- Use_microwave



GERHOME (CSTB, INRIA, CHU Nice) : Ageing population

<http://gerhome.cstb.fr>

LIRMM INRIA

12

ODYSSEE O. Faugeras

Vision algorithmique et biologique

AXES DE RECHERCHE

- Méthodes variationnelles et équations aux dérivées partielles pour la vision,
- Observation du cerveau par imagerie fonctionnelle,
- Modélisation de l'activité corticale.

APPLICATIONS

- Cartographie des cartes corticales visuelles chez le singe actif à partir d'IRM fonctionnelle,
- Réalisation d'un corpus de verbes directionnels en langue des signes française,
- Systèmes de vision cognitive, Outils pour l'imagerie cérébrale.

COLLABORATIONS

Realviz, Sagam, G.E.C...
La Timonne



LIRMM INRIA

Odysée O. Faugeras 13

Computational Neuroscience and Visual Perception

Measuring


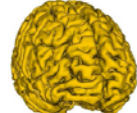

Magnetic Resonance
Magneto-encephalography
Electro-encephalography
Optical imaging
Microelectrodes


Modeling

Variational approaches
PDEs
Dynamic systems
Stochastic calculus
Machine Learning

Simulating

Softwares: MV/Aspike, Neuron
GPUs
PC-farms
Specialized hardware



COPRIN 14

J.P. Merlet Constraints solving, optimization and robust interval analysis

RESEARCH THEMES


- Development methods for solving constraints system using an hybrid approach
- Treatment of special cases of optimization problem
- Theoretical and experimental evaluation of the efficiency of the methods

APPLICATIONS

Parallel robots, CAD solving constraints systems,

Symbolic tools for modeling and simulation

virtual reality for rehabilitation


Microrobotique 

COLLABORATIONS

ESA, Amadeus
Constructions
mécaniques des Vosges
Alcatel Space Industries
Airbus


SOFTWARE

ALIAS
ICOS
ICOSALIAS
INCOP



MIPS : Micro-robot pour l'endoscopie

un micro-robot parallèle d'un diamètre de 7mm (28 mm longueur) pour l'endoscopie industrielle et médicale.




3 degrés de liberté :

- 1 translation
- 2 rotation (30°)

Précision 1/10 mm
Charge nominale 15 g

Collaborations :

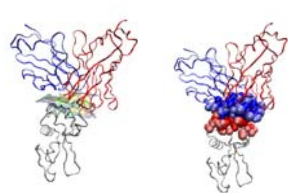
- LMARC de l'Université de Besançon
- Technion d'Haifa
- La société DG Créations



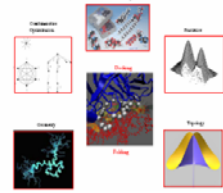
ABS : Algorithmes, Biologie et Structures


F. Cazals

Protein interfaces [Cazals & Janin 2006]



Computational Structural Biology





Geometrica 

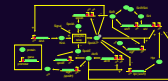
COMORE 17

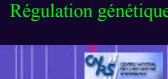
Modélisation et contrôle de ressources renouvelables


Responsable: JL Gouzé,


Modèles mathématiques en biologie 


Modèles, estimation, contrôle de bioprocédés 


Modèles, dynamique et contrôle d'écosystèmes 


Modèles de réseaux génétiques et métaboliques 

Lutte biologique 

Traitement de l'eau 

Régulation génétique 

Croissance de microalgues 



MERE 18

Modélisation et ressources en eau

Développer des techniques de modélisation mathématiques et des logiciels de simulation pour l'élaboration de procédés techniques associés à l'utilisation de l'eau

AXES DE RECHERCHE

- Propriétés qualitatives et simulation de modèles de procédés biologiques (boues activées, digestion anaérobie)
- Conception optimale de réacteurs en cascade. Rôle de la recirculation.
- Commande optimale de procédés par retour de sortie. Observateurs.
- Modèles mathématiques de la compétition et des réseaux trophiques : le rôle de la structuration spatiale. Ratio dépendance.
- Analyse de profils SSCP (Single Strand Conformation Polymorphism)
- Modélisation de la croissance des populations de bactéries. Biofilms.

APPLICATIONS

Transport, Prospection, Traitement des eaux usées

COLLABORATIONS

INRA
Suez Environnement
Afrique, Belgique, Chili, Mexique



VIRTUAL PLANTS
C Godin

*Modélisation des plantes.
Des Gènes au phénotype*

AXES DE RECHERCHE

- Analyse des structures résultant de l'activité des méristèmes.
- Fonctionnement et développement des méristèmes

APPLICATIONS

Modèles structure/fonction de plantes


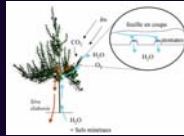
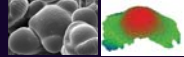

COLLABORATIONS

CIRAD, INRA, CNRS
Universités de Montpellier, ENS-Lyon, Bordeaux, Toulouse, Grenoble
University of Calgary

Projet européen SYSTEM
Projet ARN Carp Virtuel
Projet ARN Natsim

LOGICIELS

OpenALEA, AMAPmod, V-plants

Edelweiss Objectives

- Support to ergonomic, web-based, knowledge management & collaboration in virtual professional communities
- Research on graph-based, ontology-based, web-based knowledge representation & inferences for interacting with or through information resources

Research directions

- Activities of community with internal & external resources: structuring, searching, reusing, composing resources
→ **Semantic web for handling annotated resources**
- Basic blocks for representing knowledge and for inferencing:
→ **Knowledge Graph-based representation**
- Conceptual modelling of interactions & collaboration in the community, mediated by ergonomic tools
→ **Interaction design**

ImmunoSearch


Objectifs :

Définir des "biomarqueurs" de changements biologiques pour le contrôle de l'innocuité des molécules utilisées en parfumerie, aromatique et cosmétique dans le but de développer des tests toxicologiques alternatifs aux modèles animaux.

Pôle PASS
3ans (de décembre 2006 à décembre 2009)

Partenaires :

- Sociétés ImmunoSearch et IRIS Pharma
- IPMC, INRIA, I3S
- Etablissements Mane et Robertet




ImmunoSearch

Rôle d'Edelweiss :

Munir les industries du parfum et de la cosmétique d'aides méthodologiques et logicielles qui faciliteront la tâche de prédiction et de jugement:

- Annotation semi-automatique des articles du domaine en prenant en compte les tables et les figures.
- Raisonnement et inférences sur les annotations.
- Recherche d'information "intelligente" fondée sur les technologies du Web Sémantique.



APICS
L. Baratchart

Analyse et Problèmes Inverses pour le Contrôle et le Signal

Modélisation, Identification et Contrôle de Systèmes Dynamiques

AXES DE RECHERCHE

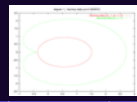

- Théorie des fonctions et Approximation,
- Déconvolution et identification de systèmes linéaires,
- Transformations et équivalence des systèmes non-linéaires,
- Analyse et Stabilisation de systèmes non-linéaires,
- Jeux dynamiques multijoueurs.

APPLICATIONS

Localisation de fissures ou d'occlusions dans un matériau bidimensionnel,
Identification et Synthèse de filtres hyperfréquences,
Transfert orbital de satellites en petite poussée,
Stratégies de routage dans les réseaux

COLLABORATIONS

Universités et Instituts de Recherche: USF, Vanderbilt, Minneapolis, Mobile, Leeds, Beer-Sheva, Széged, TFH Berlin, Lille, IROCM, ENIT, Alcatel, ASPI, CNES, DRET, Thomson, CNET

CAIMAN→Nachos S Lanteri *Calcul scientifique, modélisation et analyse numérique*

Simulation numérique d'écoulements complexes en interaction et de phénomènes liés à l'électromagnétisme

AXES DE RECHERCHE

Electromagnétisme

- Calcul de Surfaces Equivalentes Radar et de diagrammes d'antennes,
- Diffraction d'ondes en milieux hétérogènes (domaine temporel),
- Environnement spatial des satellites,
- Sismique

Écoulements complexes

- écoulements, sanguins et aériens en génie biomédical.

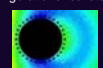


APPLICATIONS

Modélisation de phénomènes physiques,
Mise au point et analyse de méthodes numériques,

Validation sur des configurations réalistes.

COLLABORATIONS

EADS, Alcatel Space Industries, France Télécom R&D, ONERA, LCPC, CSTB

ARC HeadExp *Caiman, Geometrica, Asclepios, Odyssee*
 téléphone mobile et tissus de la tête

SAR (Specific Absorption Rate) : $\frac{|E|^2}{\rho}$
 SAR/SARmax (log scale)

INRIA

GEOMETRICA 26
Calcul géométrique

J.D. Boissonnat

Développer un cadre théorique et expérimental pour le calcul géométrique effectif.

AXES DE RECHERCHE	APPLICATIONS	COLLABORATIONS
<ul style="list-style-type: none"> Structures de données et algorithmes, Calcul et programmation, Approximation et compression. 	<ul style="list-style-type: none"> Modélisation géométrique, Calcul scientifique Biologie structurale Télécommunications. 	<ul style="list-style-type: none"> ALCOM, ALCOM2, CGAL, GALIA, ECG

Logiciel : CGAL
 Start-up : Geometry Factory

INRIA

OMEGA→Tosca 27
 Denis Talay *Méthodes numériques probabilistes*

Analyse de méthodes numériques probabilistes :
 Résolution numérique d'équations aux dérivées partielles
 Calcul de quantités complexes en mathématiques financières

AXES DE RECHERCHE	APPLICATIONS	COLLABORATIONS
<ul style="list-style-type: none"> Simulation des lois de processus stochastiques, discrétisation d'équations différentielles stochastiques, Études et développement de méthodes numériques probabilistes, Mise au point de modèles du marché financier, Implémentations sur architectures parallèles. 	<ul style="list-style-type: none"> Méthodes numériques probabilistes en ingénierie, Mathématiques financières (problèmes d'assurances et de gestion de bilan, calcul numérique de prix d'actifs complexes...), Simulation numérique pour la mécanique des fluides, la turbulence, la neutronique, les fluides viscoélastiques 	<ul style="list-style-type: none"> EDF, la CAR (filiale de la Caisse des dépôts et consignations), la Fédération française des sociétés d'assurance, Simulog, Risklab et SIP

INRIA

ARIANA 28
 J Zerubia *Problèmes Inverses en Observation de la Terre et Cartographie*

Mise en commun d'outils mathématiques pour résoudre des problèmes inverses issus d'applications concrètes en observation de la Terre et en cartographie.

AXES DE RECHERCHE	APPLICATIONS	COLLABORATIONS
<ul style="list-style-type: none"> Modélisation markovienne, Géométrie stochastique, Approche variationnelle, Optimisation, Estimation de paramètres. 	<ul style="list-style-type: none"> Observation de la Terre et cartographie au sens large, aérienne et satellitaire : améliorer la qualité d'une image perturbée par du bruit ou floue... ...extraire une information pertinente (extraction de routes, de zones urbaines, classification ; reconstruction 3D...). 	<ul style="list-style-type: none"> Alcatel Alenia Space, Astrium, Sagem, CNES, IGN, BRGM, IFN, DGA LOGICIELS DEMITRI, DEFFASER, Exaubatitri di, Caroline, Extraline, Phaseline

INRIA

Zoom sur Asclépios

Asclepios

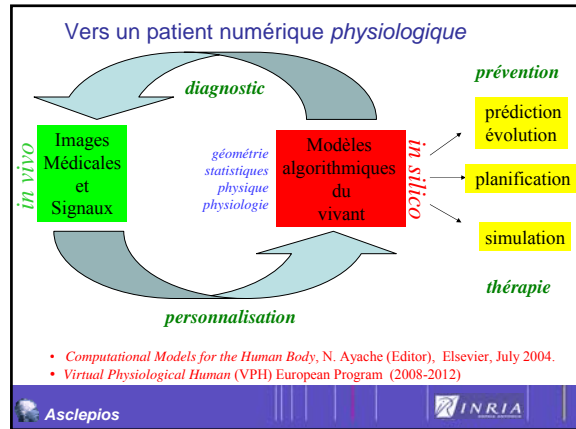
INRIA

ASCLEPIOS 30
 N. Ayache *Analyse et simulation d'images biomédicales*

Concevoir et développer de nouveaux outils d'analyse des images médicales et biologiques pour améliorer le diagnostic et la thérapeutique

AXES DE RECHERCHE	APPLICATIONS	COLLABORATIONS
<ul style="list-style-type: none"> Analyse d'images médicales Analyse d'images biologiques Anatomie algorithmique Physiologie algorithmique Evaluation clinique et biologique 	<ul style="list-style-type: none"> Aide au diagnostic, Simulation de chirurgie (qui peut impliquer la réalité virtuelle et la robotique), Le guidage thérapeutique par l'image (planification, contrôle, suivi), qui peut impliquer la réalité augmentée et la robotique. 	<ul style="list-style-type: none"> General Electric Medical Systems, Mauna Kea Technologies, Medtronic, Mentice, Noesis, Nycomed, Philips, QuantifCare, Sanofi, Siemens, IRCAD (Strasbourg), Pitié-Salpêtrière (Paris), CAL, CHU de Nice... LOGICIELS YAV++, INRIAAlign, LibSimplex, Edges 3D, Connexe3D, Reech 3D, Baladin

INRIA



Collaborations Asclépios CHU/CAL/Fac de médecine

- Imagerie médicale Archet (Patrick Chevallier)
- Imagerie médicale Pasteur (Bernard Padovani)
- Neurochirurgie Pasteur (Philippe Paquis)
- Neurologie Pasteur (Pierre Thomas)
- Médecine nucléaire Archet/Pasteur (Jacques Darcourt)
- Radiothérapie CAL (Jean-Pierre Gérard)

Asclepios

INRIA

Collaborations : quelques thèmes scientifiques (1/2)

- Radiothérapie, Pierre-Yves Bondiau (CAL) (depuis 1996)
 - Outils de segmentation et fusion d'images pour la radiothérapie
 - Collaborations avec *Dosisoft*
 - Thèses O. Commovick, O. Clatz, J. Costa, L. Rasmus
- Neurologie, Christine Lebrun / Radiologie (Pasteur), Stéphane Chanalet (depuis 2000)
 - Outils de quantification de la charge lésionnelle (sclérose en plaques)
 - Thèses D. Rey, G. Dugas-Phocion, JC Souplet
- Radiologie interventionnelle : S. Novellas

Asclepios

INRIA

Collaborations : quelques thèmes scientifiques (2/2)

- Médecine Nucléaire, Jacques Darcourt / équipe TIRO (depuis 1996)
 - Outils statistiques d'analyse d'images fonctionnelles, Thèse J. Stoeckel
 - Reconstruction tomographique d'images fonctionnelles avec compensation du mouvement respiratoire, Thèse Mauricio Reyes
 - Imagerie du petit animal (financement dans le cadre du CPER Telius, porté par l'INRIA)
- Neurochirurgie: S. Litrico, P. Paquis, D. Fontaine
 - Modèles biomécanique pour la simulation et la planification
 - Thèse Olivier Clatz
 - Réalité augmentée avec *Medtech*
 - Collaboration groupe neuro-oncologie, M. Frenay

Asclepios

INRIA

Formation médecins

7 Stages de DEA / masters en sciences

- 1996 : Pierre-Yves Bondiau (interne de radiothérapie, CAL)
- 2000 : Aline Myx (chirurgie digestive, Archet)
- 2000 : Yves Chau (interne en radiologie, Pasteur)
- 2001 : Karen Bénézéry (interne de radiothérapie, CAL)
- 2001 : Stéphane Litrico (interne de neurochirurgie, Pasteur)
- 2007 : Sébastien Novellas (radiologue, Archet)

2 Thèses de sciences, 1 thèse médecine +1 HDR médecine

- 1996 : Pierre-Yves Bondiau (thèse de médecine), radiothérapie
- 2001 : Octave Migneco (thèse de sciences), médecine nucléaire
- 2004 : Pierre-Yves Bondiau (thèse de sciences), radiothérapie
- 2007 : Pierre-Yves Bondiau (HDR de médecine), radiothérapie

Asclepios

INRIA

Cartographie spatio-temporelle des lésions de sclérose en plaques

INRIA-Harvard-CHU-Nice

D. Rey, G. Subsol, H. Delingette, N. Ayache : *Automatic Detection and Segmentation of Evolving Processes in 3D Medical Images: Application to Multiple Sclerosis*. Medical Image Analysis, 6(2):163-179, June 2002.
 C. Lebrun, G. Malandain : *Comparaison des images cérébrales, SEP et Neurosciences*, 2008 37

Atlas de la tête pour la radiothérapie

CAL, Dosisoft, INRIA

- P.Y. Bondiau, G. Malandain, S. Chanalet, P.Y. Marcy, C. Foa, and N. Ayache *Traitement des images et radiothérapie*, 8(2):120-129, 2004
- R. Stefanescu, O. Commowick, G. Malandain, P.Y. Bondiau, N. Ayache, and X. Pennec, *Non-Rigid Atlas to Subject Registration with Pathologies for Conformal Brain Radiotherapy*. MICCAI 2004.

Planification de radiothérapie

- Contours nécessaires :
 - Tumeur
 - Organes à risque
- Aider le contourage des organes à risques
 - En déformant un atlas anatomique numérique

Partenaires : CAL, Dosisoft, IGR, P.Y. Bondiau, G. Malandain

O. Clatz, M. Sermesant, P.-Y. Bondiau, H. Delingette, S. Warfield, G. Malandain, N. Ayache. *Realistic Simulation of the 3D Growth of Brain Tumors in MR Images Including Diffusion and Mass Effect*. IEEE Transactions on Medical Imaging, 24(10):1334-1346, Oct 2005.

Perspectives Médicales

- Paramètres du modèle utiles pour guider le choix thérapeutique (chirurgie, radiothérapie, chimiothérapie)
- Adaptation personnalisée des marges dosimétriques

Radiothérapie : marges constantes ou adaptatives
 Cyberknife @ CAL, Nice

Modélisation de l'hydrocéphalie communicante

- Couplage de modèles scalaires (EDO) ...

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

$$Q_2 = \frac{1}{R_1} (P - P_D)$$

$$Q_3 = C \frac{\partial P}{\partial t}$$

$$C(P) = \frac{\partial V_{cs}}{\partial P}$$

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} (\nabla u \cdot \nabla u + \nabla u^T \cdot \nabla u) \right)$$

$$\sigma = \lambda \text{tr}(\epsilon) + 2\mu \epsilon$$

$$\underline{\sigma} = \underline{\sigma} + p \underline{I}_3$$

$$\text{div}(\underline{\sigma}) + \underline{f} = 0$$

$$n \cdot (\underline{v}_L - \underline{v}_s) + \underline{k} \cdot \nabla p = 0$$

$$n \cdot \text{div}(\underline{v}_L - \underline{v}_s) + \frac{\partial \text{tr}(\underline{\epsilon})}{\partial t} = 0$$

Strain tensor def.
 Constitutive eq.
 Stress tensor def.
 Equilibrium eq.
 Darcy's law
 Conservation eq.

... avec des modèles 3D

O. Clatz, S. Litrico, H. Delingette, P. Paquis, N. Ayache. *Dynamic Model of the Communicating Hydrocephalus Following Subarachnoid Hemorrhage: a Case Study*. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 2007.

Respiratory Motion Compensation in Emission Tomography Imaging

Reconstruction with the MLEM framework: $P_d = \sum_b R_{db} \lambda_b$

Model-based individual respiratory motion simulation

Integration of instantaneous detection probability:

$$R_{db} = R_{db}^1 + R_{db}^2 + R_{db}^3 + \dots + R_{db}^N$$

Experiments show an improvement of both the contrast recovery (CR) and the tumour volume estimation in simulated and real data

CR recovery for tumour #1

Reyes M, Malandain G, Koulibaly PM, González-Ballester MA, and Darcourt J. Model-based respiratory motion compensation for emission tomography image reconstruction. *Phys Med Biol*, 52(12):3579-600, June 2007.

Réalité augmentée en neurochirurgie

Medtech:
F. Badanao B. Nahum

INRIA Asclepios:
O. Clatz, X. Pennec

Partenaires cliniques:
* Nice :
Pr Philippe Paquis
* Strasbourg:
Pr Pierre-Edouard Kherli
* HIA Sainte-Anne:
Dr. Cedric Bernard

ROSAs PLATFORM

Planning, Image Processing, Navigation, Visualization, Surgical Procedure, Head-up Display, Standard Display

INRIA

To differentiate AD patients from normal subjects (NS) on an individual basis

a. Automatic classification

Classifier: NS ??, AD ??

b. Four independent expert observers : visual inspection + SPM

	AD	NS	
Diagnosis	AD	NS	
	24 82%	5 18%	29
	3 6%	47 94%	50

	#1	#2	#3	#4	Mean
SPECT	57 %	72 %	59 %	69 %	65 %
+ SPM	55 %	72 %	72 %	62 %	66%

Results: automated vs. human-based classification

Stoeckel J, Ayache N, Malandain G, Koulibaly PM, Ebner KP and Darcourt J. Automatic Classification of SPECT Images of Alzheimer's Disease Patients and Control Subjects. In *Med Image Comput Comput Assist Interv (MICCAI'04)*, LNCS 3217, pages 654-662.

Autres Collaborations Asclepios

INRIA

46

CardioSense 3D

New Computational Model of the Heart

to Simulate and Analyze

- Electrical & Mechanical pathologies from
- Cardiac images & Electrophysiology

M. Sermesant, H. Delingette, N. Ayache. An Electromechanical Model of the Heart for Image Analysis and Simulation. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 2008 May;27(5):612-26

Sermesant M, Ohno S, Sanchez-Ortiz GJ, Camara O, Andreianovici R, Hoops S, Rueckert D, Lambese P, Bucknall C, Razavi R, Delingette H, Hill DL, N. Ayache, Razavi R. Simulation of cardiac pathologies using an electromechanical biventricular model and MRI interventional imaging. *Med Image Anal*, 2005 Oct;9(5):461-80.

INRIA Projects : Asclepios, Caiman, Macs, Opale, Reo, Sosso2

INRIA

Modèle cardiaque in silico et Mesures cliniques in vivo: Imagerie interventionnelle XMR

Reza Razavi, Derek Hill
King's College, division of Imaging Sciences
The Guy's, King's and St Thomas' School of Medicine

Razavi R, Hill DL, Korivi SF, Magari ME, Muthurangu V, Hoops S, Rhode K, Barnett M, van Vaals J, Hawkins DJ, Baker E. Cardiac catheterisation guided by MRI in children and adults with congenital heart disease. *Lancet*, 2003 Dec; 362(9399): 1877-82.

INRIA

Simulation électro-mécanique

- 4 phases physiologiques:
 - remplissage
 - contraction
 - éjection
 - Relaxation
- 2 contraintes volumiques:
 - Champ de pression endocardique
 - Contraction isovolumique des ventricules

Potentiel d'action u

M. Sermesant, H. Delingette, N. Ayache, *An Electromechanical Model of the Heart for Image Analysis and Simulation*, IEEE Transactions on Medical Imaging, 25(5):612-25, May 2006.
Ayache-Chapelle-Clement-Coudiere-Delingette- Sermesant-Sorine (FIMH01)

INRIA 49

Personnalisation d'une désynchronisation ventriculaire

Homme, 68 ans, Bloc de Branche gauche

Sermesant M, Rhode K, Sanchez-Ortiz GJ, Camara O, Andriantsimiaro B, Haggie S, Rueckert D, Lambiase P, Buckhall C, Rosenthal E, Delingette H, Hill DL, N.A., Razavi R. *Simulation of cardiac pathologies using an electromechanical biventricular model and XMR interventional imaging*. Med Image Anal. 2005 Oct;9(5):467-80.

INRIA 50

Perspectives médicales

- Diagnostic plus précis
 - paramètres électriques et mécaniques du modèle 3-D
- Simulation réaliste de thérapies
 - resynchronisation cardiaque
 - ablation radiofréquence
 - chirurgie,
 - pose de valves, etc.
- euHeart (VPH): 2008-2012
Virtual Physiological Human

INRIA 51

Imagerie microscopique in vivo

Pr A. Meinig, Munich

Cellvizio®, Mauna Kea Technologies (MKT), Paris

INRIA 52

Applications Médicales

Biopsies optiques

colon

Bronches

L.Thiberville, S Moreno-Swirc, T Vercouteren, E Peltier, C Cavé, G Bourg Heckly. *In Vivo Imaging of the Bronchial Wall Microstructure Using Fibered Confocal Fluorescence Microscopy*, Am. J. Respir. Crit. Care Med., 175(1):22-31, January 2007

Pr, Stephan Mieshke, University Hospital, Dresden, Germany

INRIA 53

Variabilité du cortex cérébral

Minimisation d'une fonctionnelle sur les tenseurs

$$C(\Sigma) = \frac{1}{2} \int_{\Omega} \sum_{i=1}^n G_{\sigma} (x - x_i) \text{dist}(\Sigma(x), \Sigma_i)^2 dx + \frac{\lambda}{2} \int_{\Omega} \|\nabla \Sigma\|^2$$

- P. Fillard, V. Arsigny, X. Pennec, P. Thompson, N. Ayache *Extrapolation of Sparse Tensor Fields: Application to the Modeling of Brain Variability*. NeuroImage 2006.

LONI 54

Neurochirurgie guidée par l'image

- Electrostimulation de patients Parkinsoniens INRIA
Pitié Salpêtrière

J Velnik, E Bardinet, D Dormont, G Malandain, S Ourselin, D Tande, C Karachi, N Ayache, P Cornu, Y Agid. *A three-dimensional, histological and deformable atlas of the human basal ganglia. I. Atlas construction based on immunohistochemical and MRI data.* Neuroimage, 2007

INRIA

55

Réalité Augmentée

Ablation radio-fréquence de tumeurs hépatiques

INRIA - IRCAD

S. Nicolau, A. Garcia, X. Pennec, L. Soler, and N. Ayache. *Augmented reality guided radiofrequency tumor ablation.* Computer Animation and Virtual World 16(1) 2005.

INRIA

56

Réalité Virtuelle

Ayache-Cotin-Delingette-1998

Picinbono-Delingette-Lombardo-Ayache 2001

INRIA - IRCAD

Forest, Delingette, Ayache, 2003

INRIA

