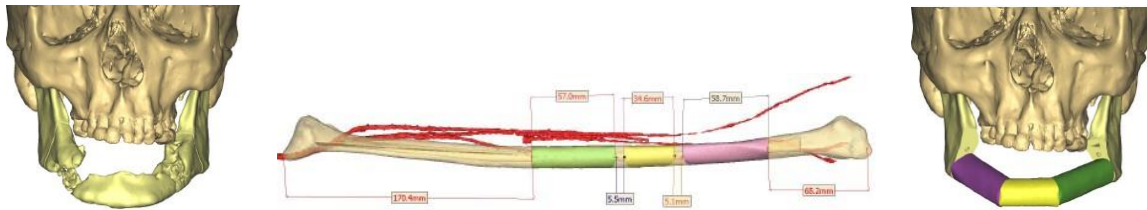
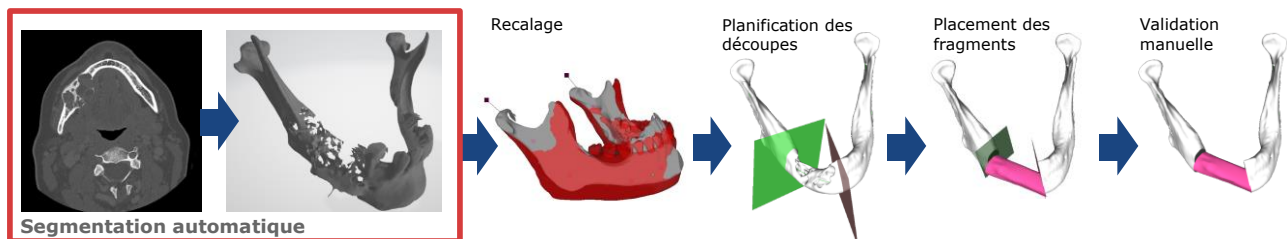


Registration and segmentation with missing 3D data for mandible reconstruction



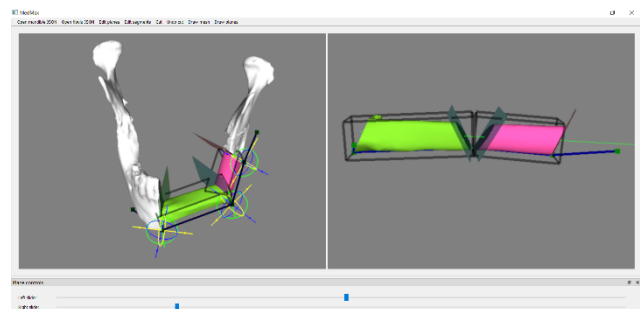
Context

This internship is part of a project aiming to develop a complete pipeline for the **mandible reconstruction procedures by fibula flap**: patients whose lower jaw (mandible) has been damaged by a pathology or trauma is reconstructed with pieces taken from his fibula. This project brings together members of the mathematics (IMAG) and computer science (LIRMM) laboratories as well as a surgeon from the Montpellier Hospital.



The internship topic focuses on **preoperative reconstruction planning**: the goal is to set up an automatic procedure for segmenting DICOM images of patients to create meshes of the mandible and fibula. These meshes will allow to calculate optimal cutting planes (above).

Once the placement of the fragments has been validated by the surgeon via an interactive software, the data is transmitted to the cutting guide robot. The work carried out during the internship will be integrated into the existing planning software making it possible to manipulate the 3D models, to visualize them, to update the cuts and positions of the fragments using manipulators.



We already have around 100 mandible and fibula DICOM files acquired during the preparation for past operations. A few dozen of them were segmented by hand to create meshes of the mandible and fibula to assess the quality of the methods explored in this work.

Topic

The automatic segmentation of the mandible is made complex by the great variability of pathologies and morphologies. In addition, it is quite common for entire parts of the mandible to be missing. To help the automatic segmentation algorithms, we propose to register a mesh (average model) on the 3D images (patient). This will properly initialize the segmentation algorithms using the registered surface to delimit the region of interest.

Internship tentative schedule:

1. State of the art: registration algorithms with missing data and data attachments term in the special context of multimodal data (meshes and images).
2. Registration of a healthy mandible mesh on a healthy mandible image: rigid and non-rigid deformations.
3. Registration of a healthy mandible mesh on a mandible image with missing data: rigid then non-rigid deformations.
4. Automatic detection of the missing and / or damaged part in a mesh.

The student will update the planning software throughout the project to provide an interactive, aesthetic and easy-to-use solution. For this, the visualization (rendering of meshes, realistic bone texture, ambient occlusion, etc.) and the interaction methods (types of manipulators, mesh cutting, etc.) can be modified or improved.

Practical information

Supervisors: Benjamin Charlier (benjamin.charlier@umontpellier.fr) and Noura Faraj (noura.faraj@umontpellier.fr)

Collaborators: Marie De Boutray (CHU Montpellier), Nabil Zemiti (LIRMM - DEXTER).

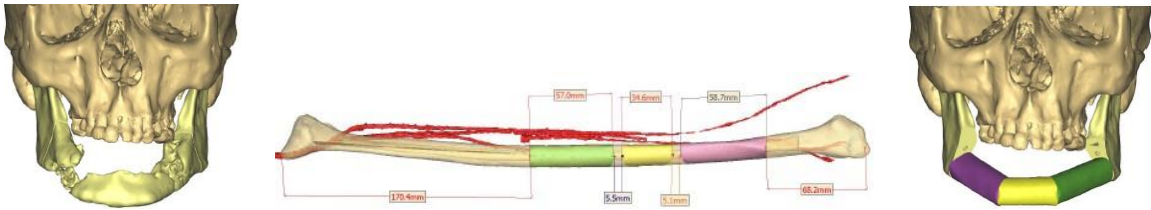
Office: LIRMM or IMAG, Montpellier.

Duration: 6-month (Master 2 internship).

Requirements: Master's in computer science or mathematics, strong programming skills (C++), notions of computer graphics and geometry processing would be a plus and a taste for applied science for medicine.

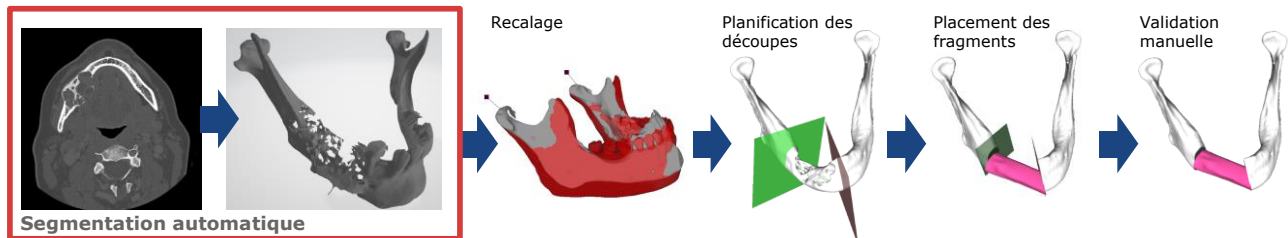
PhD perspectives: contingent to funding, and the fit between the topic and the student, a PhD position could be offered following the internship.

Recalage et segmentation avec données 3D manquantes pour la reconstruction maxilo-faciale



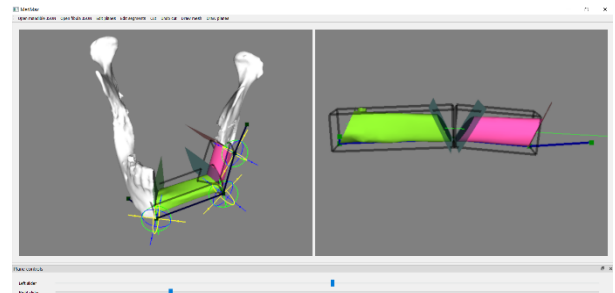
Contexte

Ce stage s'inscrit dans le cadre d'un projet visant à développer un pipeline complet pour **l'automatisation des procédures de reconstruction de la mandibule par lambeau de fibula** : les patients dont la mâchoire inférieure (mandibule) a été endommagée par une pathologie ou un traumatisme est reconstruite avec des morceaux issus de son péroné (la fibula), ci-dessous. Ce projet regroupe des membres des laboratoires de mathématiques (IMAG) et d'informatique (LIRMM) ainsi qu'une chirurgienne du CHU de Montpellier.



Le sujet de stage porte sur la **planification pré-opératoire de la reconstruction** : le but est de mettre en place une procédure automatique de segmentation d'images DICOM de patients pour créer des maillages de la mandibule et de la fibula. Ces maillages permettront, dans la suite de la planification, de calculer des plans de coupes optimaux (ci-dessus).

Une fois le placement des fragments validé par le chirurgien via une interface interactive qui sera enrichie au cours du stage, les données sont transmises au robot guide de découpe pour la pose. Les travaux réalisés au cours du stage seront intégrés dans le logiciel de planification existant permettant de manipuler les modèles 3D, les visualiser, de mettre à jour les coupes et les positions des fragments à l'aide manipulateurs.



Nous disposons d'ores et déjà d'une centaine de fichiers DICOM de mandibule et de fibula acquis lors de la préparation d'opérations passées. Quelques dizaines d'entre eux ont été segmentés à la main pour créer des maillages de la mandibule et de la fibula permettant d'évaluer la qualité des méthodes explorées dans ce stage.

Buts et déroulement du stage

La segmentation automatique de la mandibule est rendue complexe par la grande **variabilité des pathologies et des morphologies**. De plus, il est assez fréquent que des parties entières de la mâchoire soit manquantes. Pour aider les algorithmes de segmentation automatique, nous nous proposons de recalcr un maillage (modèle moyen) sur les images 3D (patient). Cela permettra de correctement initialiser les algorithmes de segmentation en utilisant la **surface recalée pour délimiter la région d'intérêt**.

A titre indicatif, voici les étapes qui pourront être suivies au cours du stage :

1. Etat de l'art : familiarisation avec les algorithmes de recalage avec données manquantes et les attaches aux données dans le cadre particulier de données multimodales (maillages et images).

2. Recalage d'un maillage de mandibule saine sur image de mandibule saine : déformations rigides et non-rigides.
3. Recalage d'un maillage de mandibule saine sur image de mandibule avec données manquantes : déformations rigides puis non-rigides.
4. Détection automatique de la partie manquante et/ou abimée dans un maillage.

L'étudiant(e) s'appropriera le logiciel de planification pour le mettre à jour tout au long du projet afin de proposer une solution interactive, esthétique et facile d'utilisation. Pour cela, la visualisation (rendu des maillages, texture réaliste d'os, occlusion ambiantes...) et les méthodes d'interactions (types de manipulateurs, découpe de maillage...) pourront être modifiées ou améliorées.

Détails pratiques

Encadrant : Benjamin Charlier (benjamin.charlier@umontpellier.fr) et
Noura Faraj (noura.faraj@umontpellier.fr)

Autres collaborateurs : Marie De Boutray (CHU Montpellier), Nabil Zemiti (LIRMM - DEXTER).

Laboratoire d'accueil : LIRMM ou IMAG à Montpellier.

Durée : 6 mois (stage de Master 2).

Prérequis : Master informatique ou mathématiques, solides connaissances en programmation (C++) et curiosité pour les problèmes appliqués à la médecine.

Poursuite en thèse : suivant la disponibilité du financement et de l'adéquation du candidat au sujet, nous proposerons un sujet de thèse dans la continuité du stage.