

1. Introducció

El diagnòstic mitjançant la imatge mèdica, s'ha convertit en una eina fonamental en la pràctica clínica diària ja que permet, entre altres coses, reconstruir a partir d'un conjunt d'imatges 2D, obtingudes a partir d'aparells de captació, qualsevol part de l'organisme d'un pacient i representar-lo en un model 3D. Sobre aquest model 3D poden realitzar-se diferents operacions que faciliten el diagnòstic i la presa de decisions als especialistes. El projecte que es presenta forma part del desenvolupament de la plataforma informàtica de visualització i tractament de dades mèdiques, anomenada Starviewer, que desenvolupen conjuntament el laboratori de Gràfics i Imatge (GiLab) de la Universitat de Girona i l' Institut de Diagnòstic per la Imatge (IDI) de l'Hospital Josep Trueta de Girona.

En particular, en aquest projecte es centra en el diagnòstic del càncer colorectal i el desenvolupament de mètodes i tècniques de suport al seu diagnòstic. Els dos punts claus en el tractament d'aquesta patologia són:

- la detecció de les lesions
- l'estudi de l'evolució d'aquestes lesions, una vegada s'ha iniciat el tractament tumoral.

Actualment, el diagnòstic de càncer colorectal es fa a partir de l'ecogràfica transrectal (veure figura 1). Aquesta tècnica presenta diferents limitacions, entre elles el fet que és operador-dependent, la rigidesa del transductor dificulta la valoració de lesions, etc. Aquestes limitacions es poden resoldre amb l'ús complementari de la ressonància magnètica (RM) pèlvica. Aquest tipus d'exploració resolt la majoria d'inconvenients que presenta l'ecografia transrectal.

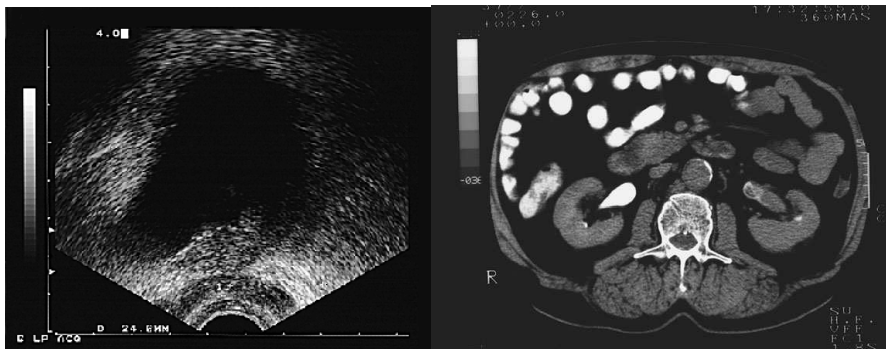


Figura 1 Ecografia i Ressonància magnètica

Tot i que la informació que proporcionen les imatges de RM és molt precisa, la valoració d'una resposta tumoral, al tractament determinat, es converteix en un judici subjectiu del radiòleg. Ja que no es disposa d'eines per avaluar el volum, la forma, la localització, entre altres característiques de la lesió que són les que indiquen l'estat de la malaltia a l'especialista.

La solució a aquests problemes passaria per l'automatització de les diferents tasques que ha de realitzar l'especialista en el moment de diagnosticar. El punt clau seria la reconstrucció del budell del pacient, a partir de les dades de RM. Per altra banda s'hauria de dotar de mètodes que permetessin calcular el volum, millorar la localització i l'extensió de la lesió d'una forma més

acurada. El que permetria identificar l'estat de lesió d'una forma més objectiva i com a conseqüència determinar el tractament adient pel pacient.

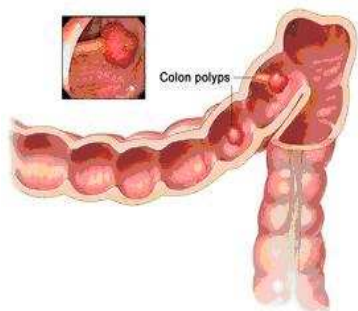


Figura 2 Pòlips

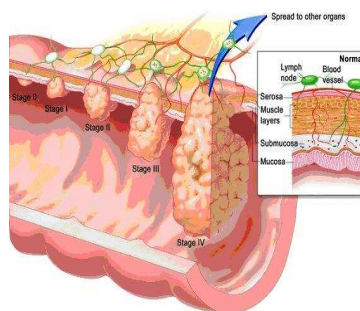


Figura 3 Fases Pòlips

2. Objectius

L'objectiu principal d'aquest projecte és implementar i integrar en la plataforma Starviewer les tècniques de visualització i processament de dades necessàries per donar suport als especialistes en el diagnòstic de les lesions del colon. Donada la dificultat en el processament de les dades reals del budell ens proposem:

DISSENYAR I IMPLEMENTAR UN SISTEMA PER CREAR MODELS SINTÈTICS DEL BUDELL.

S'estudiarà el format de dades reals i es crearà un mòdul que, a partir de les restriccions fixades per l'usuari, permeti crear un model sintètic amb les mateixes característiques que el model real de budell. Entre les restriccions fixades per l'usuari tindrem: la trajectòria del budell, l'amplada, posició de les lesions, etc.

ESTUDIAR, IMPLEMENTAR I AVALUAR LES TÈCNiques DE PROCESSAMENT D'IMATGE QUE CALEN PER SEGMENTAR LESIONS DE BUDELL.

El punt clau en el diagnòstic del càncer de colon està en el càlcul del volum i en la localització de la lesió. Implementarem les tècniques de segmentació que ens permetin localitzar i calcular aquest volum.

DISSENYAR I IMPLEMENTAR UN SISTEMA D'EXPLORACIÓ DEL BUDELL.

Un cop tractades les dades haurem de simular un viatge virtual a través de la trajectòria descrita pel budell. En aquest cas, haurem d'implementar alguna eina que ens permeti calcular la trajectòria i navegar-hi a través visitant virtualment l'interior del tub.

INTEGRACIÓ DE TOTS ELS MÒDULS IMPLEMENTATS EN LA PLATAFORMA STARVIEWER

Tots els mòduls que s'implementin s'integraran en la plataforma *Starviewer* dotant a la plataforma de les funcionalitats que el projecte desenvoluparem.

3. Pla de treball

Per assolir tots els objectius proposats pel projecte s'ha seguit el següent pla de treball dividit en dues fases:

- ***Estudi previ***

L'objectiu d'aquesta fase és el de descriure la feina preliminar que hem hagut de fer abans de començar el disseny i el desenvolupament d'aquest projecte.

Es realitzarà un estudi de l'entorn mèdic per comprendre la patologia del càncer de colon així com les tècniques i operacions relacionades amb el diagnòstic per la imatge.

S'estudiarà tant l'Starviewer com les llibreries utilitzades en el seu desenvolupament, per tenir els coneixements bàsics per implementar mòduls adaptables sobre la plataforma. A més de estudiar i conèixer algunes tècniques de visualització i renderitzat 3D implementades en l'aplicació.

- ***Fase d'implementació.***

Una vegada assolits els conceptes teòrics es realitzarà el disseny, implementació i validació dels mètodes a desenvolupar. En aquesta fase es farà l'anàlisi de requeriments i el disseny dels diferents mòduls que formen l'aplicació. S'explicarà la part que fa referència al disseny del sistema informàtic. Mitjançant diagrames de classes, diagrames de cas d'ús i diagrames de seqüència definirem l'estructura del projecte.

Al final del document parlarem de les conclusions extretes una vegada finalitzada la implementació de les funcionalitats i proposarem millores que es poden fer per ampliar i millorar l'aplicació. Moltes d'aquestes millores, sorgeixen a l'hora de provar les funcionalitats implementades i veure que l'aplicació podria millorar amb ampliacions futures.

4. Resultats

Generació de models sintètics

Degut al problema de obtenir volums reals s'ha implementat un mòdul de generació de models sintètics.

El mòdul desenvolupat per generar models sintètics permet als usuaris definir la trajectòria i amplada del budell i indicar si ha de tenir lesions. A partir d'aquesta informació generem el model sintètic que contindrà el tub i les lesions d'aquest. Complint així el primer objectiu del projecte.

Seguidament mostrem alguns exemples:

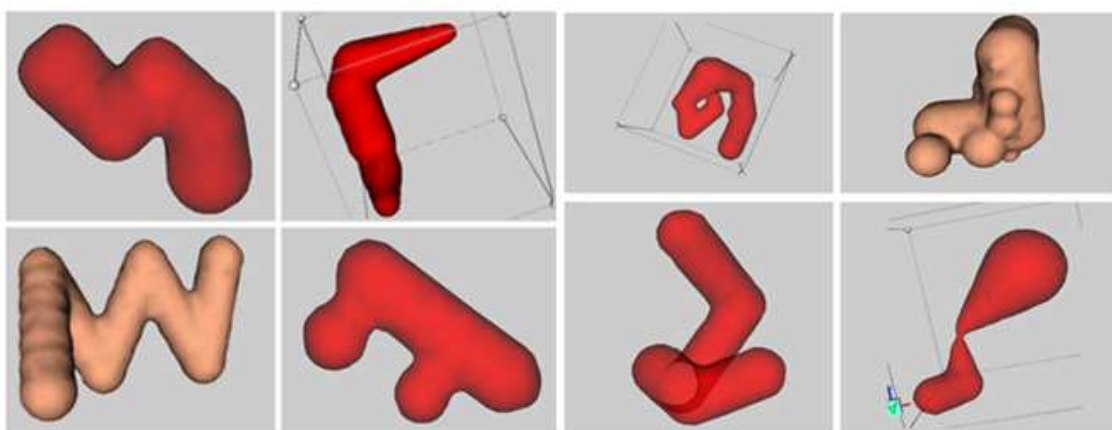


Figura 4 Diferents tubs generats a partir del mòdul implementat

També es permet guardar els models sintètics en arxius .meta que contenen la informació de l'estructura que defineix el budell. Guardant així el model amb un fitxer menys tamany i poder generar-lo posteriorment per mitjà de les meta-dades del fitxer

Segmentació del volum

Per poder tractar les imatges i visualitzar-les hem hagut de segmentar-les. Hem estudiat mètodes ja implementats per altres mòduls de l'Starviewer i els hem adaptat a les nostres imatges per obtenir les dades desitjades. Amb la segmentació del budell i els tumors per separat complim el segon objectiu del projecte.

Mostrem alguns exemples de segmentació sobre els models sintètics generats pel mòdul anterior.

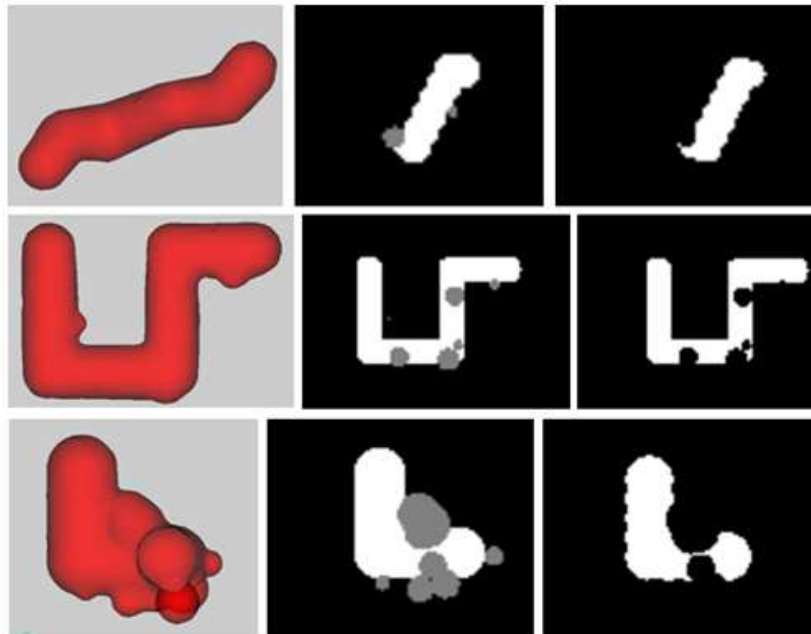


Figura 5 Resultats de la segmentació comparats amb el model inicial

Sistema d'exploració del budell

Per poder aportar la funcionalitat del navegació a través del budell necessitàvem aconseguir el centre del budell per determinar les zones que es permetran explorar. I marcar un camí que seguirà l'usuari a l'hora de navegar per l'interior del budell.

Un cop generats els volums artificials em provat els mètodes de cerca de centre. S'han implementat dos mètodes una primera aproximació i una millora sobre aquest per obtenir el centre del budell.

- **Resultats obtinguts amb el mètode simple per centres únics per pla**

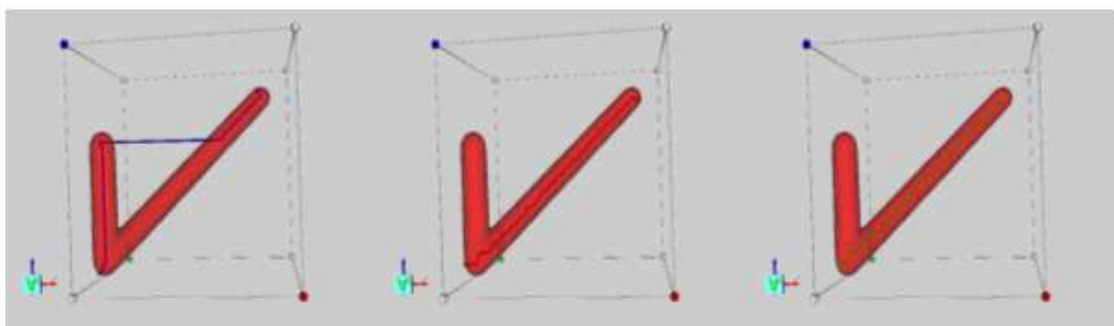


Figura 6 Resultats obtinguts del amb selecció de centre únic per pla, D'esquerra a dreta trajectòria x, y i z

El resultat de la fusió de les trajectòries obtingudes no és del tot correcta. Segurament el problema es deu a la forma de selecció de la millor trajectòria. El determinar com a millor

trajectòria la que retorna mes punts ens dona una trajectòria que recorre zones que no hauria de seleccionar.

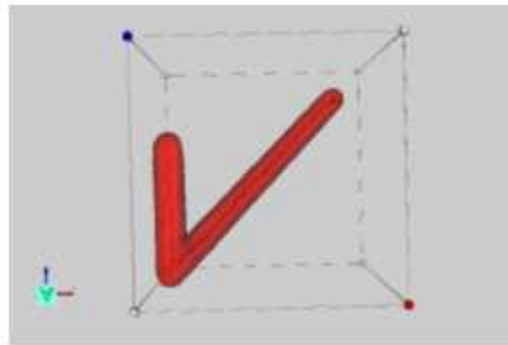


Figura 7 Fusió de les trajectòries.

- **Resultats obtinguts amb el mètode cerca amb multi-centres per pla**

Tot seguit mostrem els resultats obtinguts de l'aplicació per el mètode millorat:

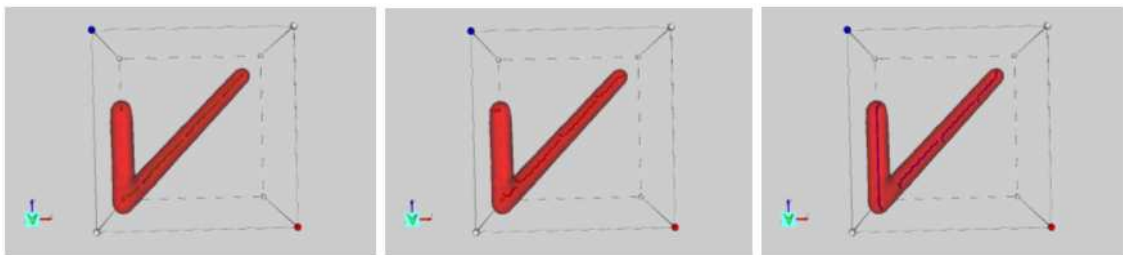


Figura 8 Subtrajectòries obtingudes per el mètode multacentres per pla

En aquest cas veiem com per exemple en el cas de la trajectòria torbada per l'eix de les Y (blava) pràcticament ella sola ens troba la trajectòria completa. Com em comentat en la implementació es pot donar el cas que tan sols un recorregut per un dels eixos de la imatge ens podria determina el centre del budell. El problema es l'elecció del eix idoni. Per aquest motiu en el segon mètode seguim obtinguen els tres grups de punts per cada eix i els agrupem.

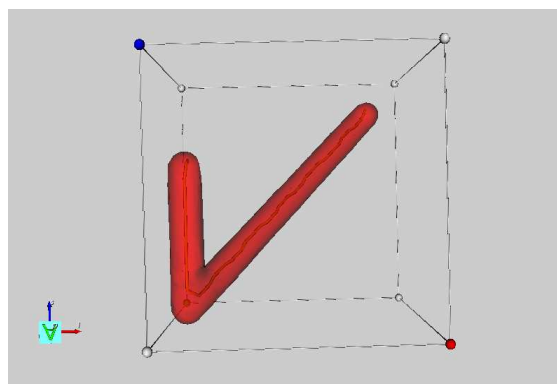


Figura 9 Trajectòria obtinguda amb mètode multicentre

Centres trobats amb els mòdul de cerca del centre del budell sobre models sintètics.

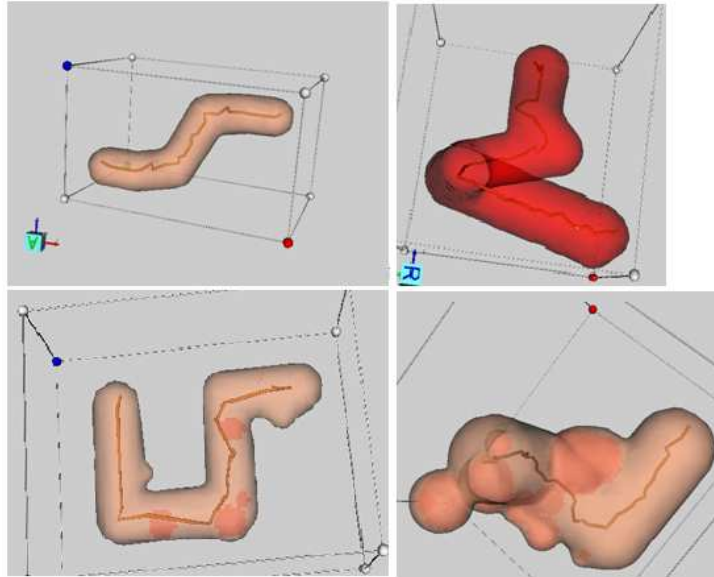


Figura 10 Centres trobats amb diferents budells

A partir de la trajectòria obtinguda s'ha desenvolupat un seguit de funcionalitats que permeten a l'usuari navegar a través del model. Podent identificar visualment les zones lesionades del budell.

Per aquest propòsit hem dotat a l'aplicació de dos visors. El primer conté una visualització de l'interior del budell, i el segon una visualització completa del budell on, a més, es veu la posició de la càmera del visor anterior d'aquesta forma l'usuari pot saber exactament on es troba.

Seguidament mostrem els visors que conte l'interfície d'exploració del budell.

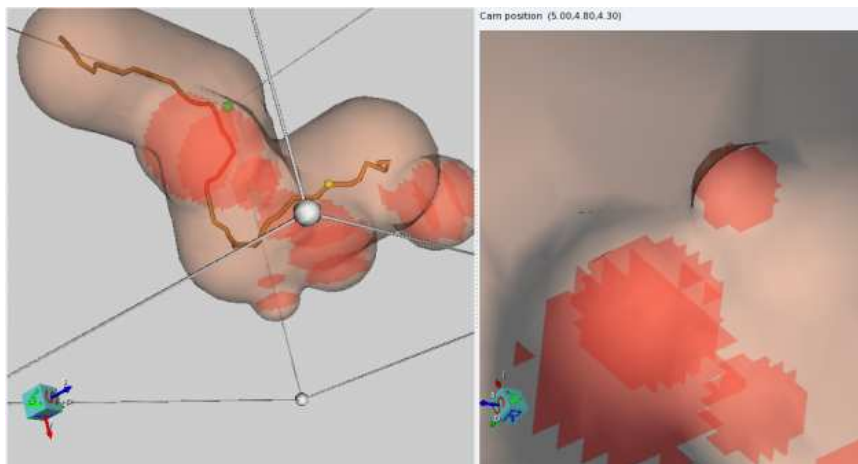


Figura 11 Visors d'exploració del budell

Aquests visors juntament amb les funcionalitats de l'interfície d'exploració compleixen el nostre tercer objectiu de implementar un sistema d'exploració del budell.

Integració de tots els mòduls en la plataforma Starviewer

La integració dels mòduls implementats sobre la plataforma Starviewer s'ha realitzat a mida que es desenvolupaven els diferents apartats i funcionalitats del projecte. L'objectiu era treballar amb les mòduls i classes ja implementades i desenvolupar les noves funcionalitats que calgués.

Per integrar el mòduls es crearà una Extensió per cada funcionalitat que es precisi. En el nostre cas hem creat dues extensions que permetran a l'usuari interactuar amb els processos de generació de volums, i el sistema d'exploració del budell.

Les extensions que s'han implementat son :

- ***tubeGeneratorExtension.ui*** :

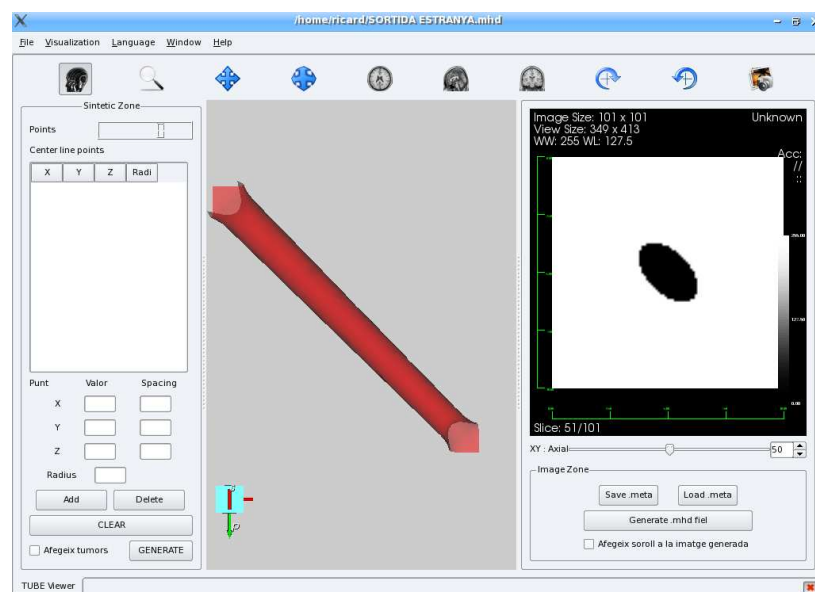


Figura 12 Pantalla generador budell

Conté les parts d'interacció amb l'usuari que permeten genera un tub i guardar-lo com a imatge .mhd, o com fitxer pla amb el format .meta.

- **TubTravelExtensión.ui**

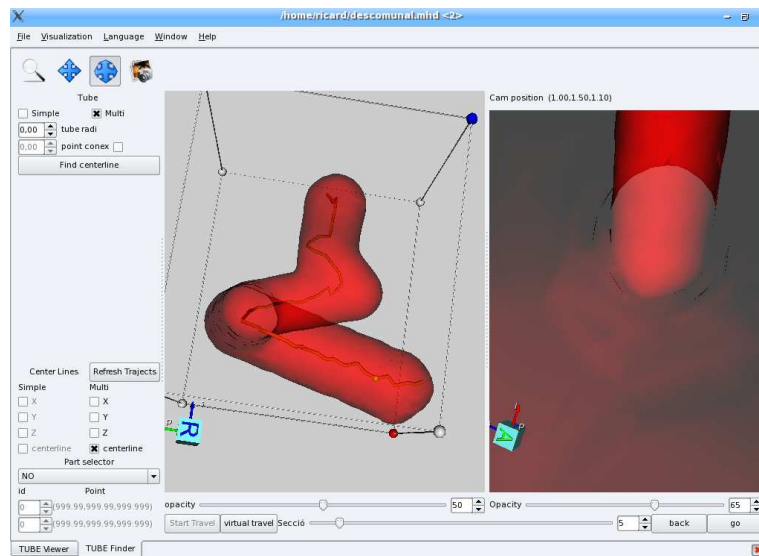


Figura 13 Interfície sistema exploració del budell

Permet segmenta un imatge que conté un colon (sintètic o real) i a partir d'aquesta obté la trajectòria i en permet fer un recorregut.

La interfície conté apart de les tuls un conjunt de widgets que permeten a l'usuari viatjar a través de la trajectòria.

5. Conclusions i Treball futur

En aquest projecte ens hem centrat en el diagnòstic del càncer colorectal i el desenvolupament de mètodes i tècniques de suport al seu diagnòstic. El nostre objectiu principal era desenvolupar eines informàtiques que s'integressin en la plataforma Starviewer per tal de facilitar el procés de diagnòstic d'aquestes patologies.

Podem considerar que aquest objectiu s'ha assolit ja que hem implementat:

- ***Un sistema d'exploració del volum del budell a través d'una trajectòria trobada.***
- ***Un model de visualització que permet veure tridimensionalment els tumors sobre el budell.***

Però les dues funcionalitats només s'han pogut provar sobre models sintètics, per aquest motiu ens hem hagut de desenvolupar una eina de generació de models per poder testejar els resultats de les funcionalitats implementades.

Tot i que els resultats obtinguts que han estat acceptables es necessiten aplicar algunes millores als mètodes per millorar-ne la eficiència, que es deixen com a treball futur.