



**EPS**

Escola Politècnica

**UdG** Superior

## **Projecte/Treball Fi de Carrera**

**Estudi:** Eng. Tècn. Informàtica de Sistemes. Pla 2001

**Títol:** Integració d'un visualitzador de volums en una plataforma de reconstrucció de mapes de fibres del cervell.

**Document:** Resum

**Alumne:** Martí Reig Jacomet

**Director/Tutor:** Imma Boada

**Departament:** Informàtica i Matemàtica Aplicada

**Àrea:** LSI

**Convocatòria** Setembre 2009

## Introducció

L'ús de la informàtica com una eina més en el camp de la medicina és una realitat que va en augment en els nostres dies. Els dispositius mèdics actuals permeten obtenir informació de qualsevol part de l'organisme d'un pacient i representar-la en forma d'imatges. El procés d'interpretació d'aquestes dades mèdiques és el que s'anomena diagnòstic per la imatge, i és on entre en joc l'ús de la informàtica.

El tensor per difusió (abreviat DTI de l'anglès Diffusion Tensor Imaging) és una nova modalitat de ressonància magnètica (RM) a partir de la qual es pot obtenir informació de la circulació de la matèria blanca en el cervell. A partir d'un aparell de RM es captura informació del pacient en diferents direccions. La informació que es recull en cada direcció es representa en una imatge diferent, de forma que per cada punt mostrejat tenim tantes imatges com direccions s'han tingut en compte. La informació del DTI es representa mitjançant un tensor de difusió, que representa la difusió de les molècules d'aigua en una unitat mínima de volum anomenada vòxel. A partir de la representació d'aquest tensor, s'obté informació de com són les fibres en l'interior del vòxel i es poden generar mapes de matèria blanca.

Per poder generar els mapes de fibres s'utilitzen unes tècniques especialitzades anomenades tècniques de tracking. Aquestes tècniques el que fan es reconstruir les fibres que passen per cada un dels vòxels del model de volum que tenim. Un dels principals problemes d'aquest mètodes de tracking es la interpretació del mapes que generen. Sovint són mapes formats per milions de fibres i és fa difícil saber cada zona a quina estructura anatòmica del cervell es correspon.

Una solució a aquest problema seria combinar els mapes de fibres (Figures 1 i 2) amb tècniques de visualització 3D que permetin representar l'estructura del cervell que s'està examinant.

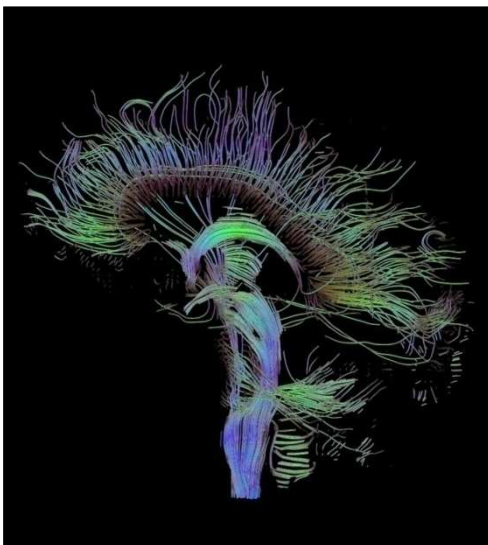


Figura 1. Reconstrucció tractogràfica de les connexions neuronals via DTI.

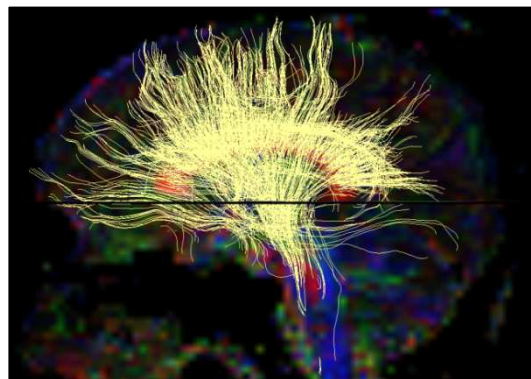


Figura 2 Imatge on es pot apreciar gran quantitat de fibres de cervell, imatge creada via DTIWeb.

**Poder combinar els mapes de fibres amb visualitzacions 3D facilitaria la interpretació de les fibres, ja que podríem establir una relació la fibra i la zona del cervell on correspon.**

## Objectiu

L'objectiu principal d'aquest projecte és estudiar, dissenyar i implementar un algorisme de visualització de volums i integrar-lo en la plataforma DTIWeb de visualització i processament de dades de DTI.

La plataforma DTIWeb és una plataforma desenvolupada conjuntament entre el Laboratori de Gràfics i Imatge de la Universitat de Girona i d'Institut de Diagnòstic per la imatge de l'Hospital Josep Trueta de Girona. Aquesta plataforma integra els mètodes bàsics de reconstrucció de fibres del cervell. La principal limitació de la plataforma és que no suporta la visualització de models 3D. Aquest fet limita el seu us en la pràctica clínica habitual ja que es fa difícil la interpretació dels mapes de connectivitat que genera.

## Entorn de treball.

L'entorn de programació sobre el que s'ha fet implementació ha estat la plataforma DTIWeb. Aquesta plataforma està dissenyada per capes:

- **Capa de Dades:** conté tots els mòduls creats per a la lectura i tractament de tots els fitxers d'entrada.
- **Capa d'Aplicació:** si desenvolupen totes les operacions de tractament, manipulació, i creació de dades.
- **Capa de Presentació:** hi ha tot el referent a la visualització de la plataforma

Els llenguatges de programació utilitzats per al desenvolupament de la nostra aplicació, són els que es mostren tot seguit.

- **Java.**
- **API Java 3D.**
- **API Java Swing.**

## Estudi Teòric

Per assolir el nostre objectiu hem hagut de realitzar un estudi teòric previ per adquirir els coneixement necessaris pel desenvolupament. A continuació remarquem els aspectes més importants.

- Per obtenir les dades del DTI a través de l'aparell de RM es captura informació del pacient en diferents direccions. La informació es representa en forma d'imatges que es codifiquen en un fitxer seguint el protocol fixat pel dispositiu de captació, normalment el DICOM. Aquests fitxers es caracteritzen per tenir un gran volum de dades ja que es pot interpretar com n vegades un model bàsic de RM on n representa el nombre de direccions que s'ha aplicat per fer l'adquisició. Cal remarcar que la RM clàssica només mesura en una direcció.
- Per poder treballar amb aquestes dades es necessari un sistema de representació de la informació que sigui fàcil de processar-lo des d'un punt de vista informàtic. El model que s'usa és el model de vòxels. Un vòxel és un píxel volumètric, és a dir, la versió en 3D d'un píxel. En el nostre cas a cada vòxel tenim informació en diferents direccions. Aquesta informació la codificarem en tensors de difusió (matriu 3x3) que representa la difusió de les molècules d'aigua en un vòxel.
- Una vegada creat el model de vòxels, en el que per cada vòxel tenim un tensor que representa la informació captada pel DTI, ens cal una tècnica per poder representar aquesta informació en la pantalla. Donat que mostrar tensors no es fàcil, el que s'ha proposat són tècniques que treballen amb una simplificació del tensor. Tenint en compte aquesta simplificació del tensor les diferents tècniques de visualització de dades de DTI s'han classificat en tres grans grups: mètodes 1D, 2D i 3D. En el context del nostre projecte haurem de tenir en compte les tècniques 1D i les 3D.

**Mètodes 1D.** Basats en calcular un valor escalar reduint la informació del tensor a un valor, veure figura 3.

**Mètodes 3D.** Aquests mètodes són també anomenats mètodes de tracking de fibres. Els mètodes 3D són els que simulen el traçat de fibres del cervell amb l'objectiu de donar una visió 3D de la fibra.

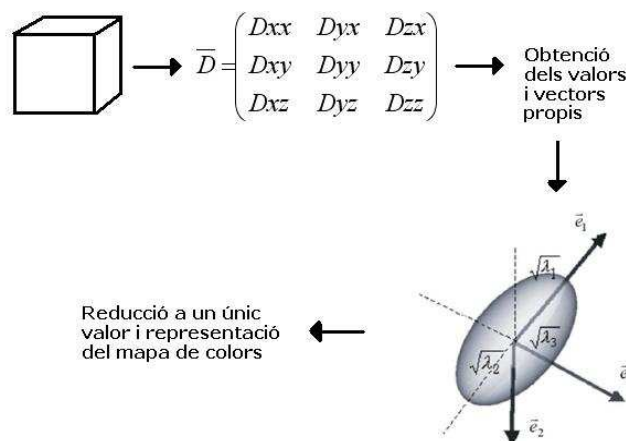


Figura 3. Funcionament de la tècnica de visualització 1D.

- L'algorisme de visualització de volums que s'ha implementat es el ray-casting (Figura 4) i en concret en un optimització d'aquest, que s'anomena Visualització de Volums basada en textures. Sobre aquest model s'hi ha implementat un model d'il·luminació.

En el ray-casting, Per obtenir la imatge es llença un raig per cada píxel de la pantalla al pla paral·lel del nostre model de vòxel i es tenen en compte totes les interseccions amb els diferents vòxels del nostre model. Segons les propietats dels vòxels travessats (material, etc) es calcula el color que tindrà el píxel des de on surt el raig inicial Per cada mostra tenim assignat un atribut gràfic que es compondrà amb totes les del raig per obtenir el color final.

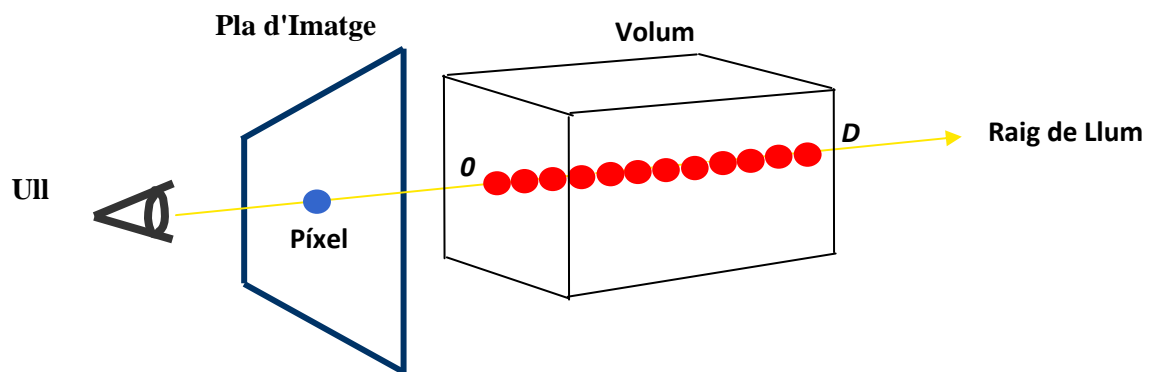


Figura 4. Diagrama on es veuen les diferents capes de la plataforma DTIWeb.

- El procés de visualització requereix implementar un sistema de definició de funcions de transferència per poder determinar els colors i les opacitats que cal assignar als vòxels. A més a més, cal definir una tècnica de composició de colors per obtenir el color de la imatge final

## Implementació

El diagrama de cas d'ús unificat en el que es mostra a la Figura 5 es veuen les diferents funcionalitats que s'han implementat per assolir els nostres objectius.



Figura 5 Diagrama de Cas d'Ús on es mostren els casos d'ús desenvolupats en aquest projecte.

A d'interfície de l'aplicació, s'han creat un menú per desenvolupar una aplicació amigable per l'usuari. Així mateix, és permet modificar tots els paràmetres d'il·luminació, escollir el mapa de DTI que es vol visualitzar, poder escollir entre poder visualitzar, o no, els clústers de fibres, i finalment disposa d'un editor el qual permet la creació de funcions de transferència, les quals queden guardades a disc, i que també permet la seva posterior edició.

## Resultats

Els resultats obtinguts, juntament amb els temps de càlcul, han estat els que es mostren de forma breu a les figures 6 i 7.

- Temps per carregar l'escena: 11 segons 92 centèsimes
- Temps per pintar el volum i visualitzar-lo: 15 segons 89 centèsimes.

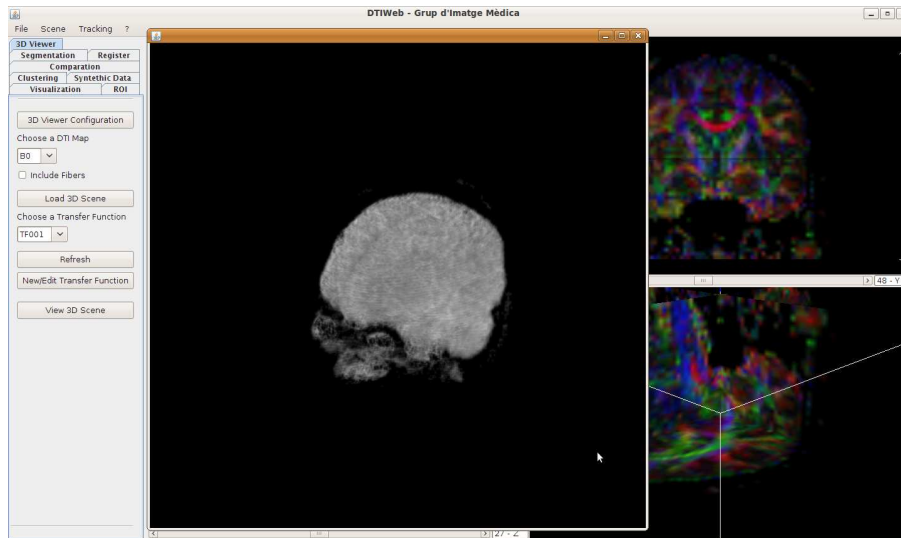


Figura 6 Imatge on es el volum d'una prova, des de davant i la seva esquerra dreta, i amb zoom.

- Temps per carregar l'escena: 16 segons 68 centèsimes
- Temps per pintar el volum i visualitzar-lo: 21 segons 14 centèsimes.

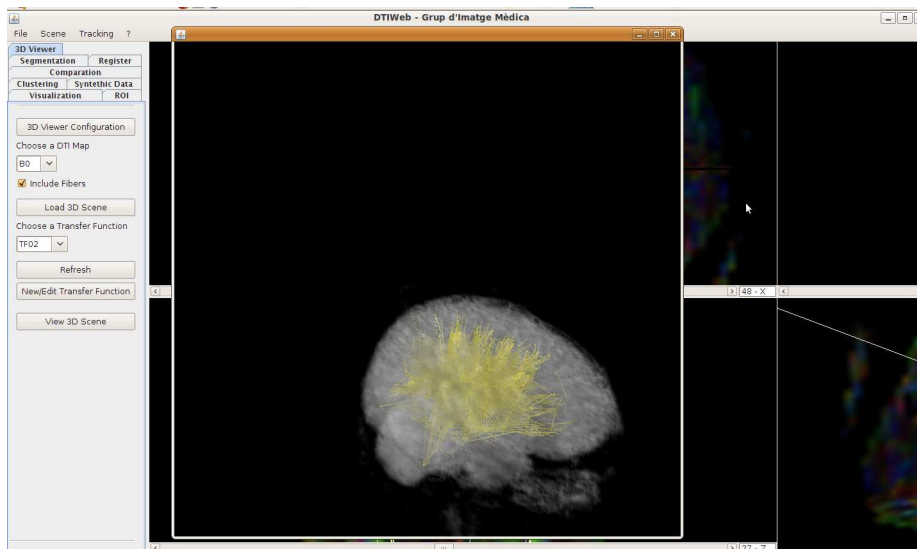


Figura 7. Imatge on es el volum d'una altra prova, amb una translació, veient la seva dreta, i amb zoom.

A la figura de continuació, a la Figura 8, podem veure l'editor de les Funcions de Transferència.

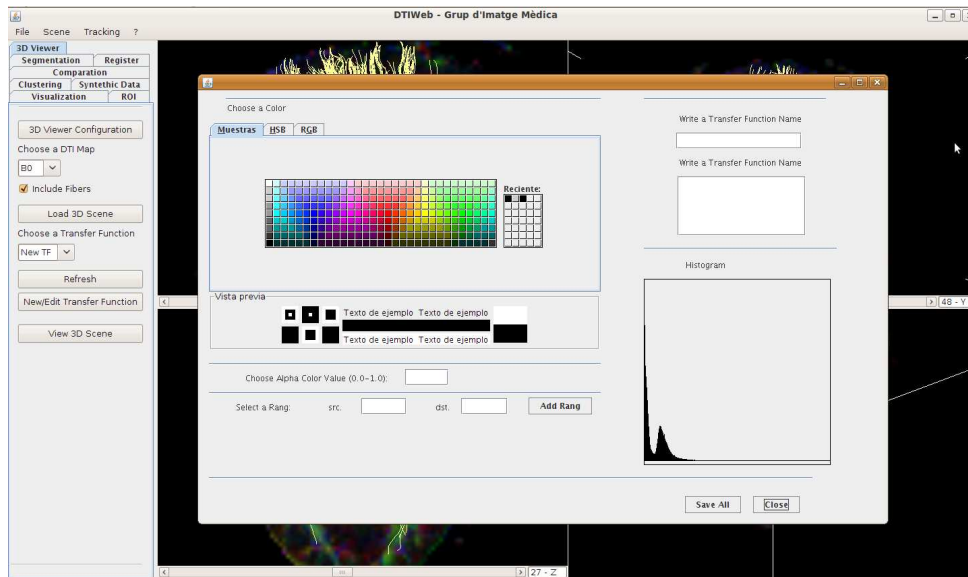


Figura 8. Imatge on es pot veure l'editor de Funcions de Transferència.

## Conclusions

En aquest projecte s'ha,

1. Estudiada la plataforma de visualització i processament de dades de DTI anomenada DTIWeb.
2. Estudiada, dissenyada i implementada diferents tècniques de visualització de volums i integrar-les en la plataforma DTIWeb.
3. Estudiada, dissenyada i implementada una tècnica de definició de funcions de transferència. Aquestes funcions són les que permeten pintar el volum permeten obtenir diferents efectes en la visualització.
4. Estudiada, dissenyada i implementada una tècnica d'il·luminació per poder obtenir efectes més realistes en el moment de fer les visualitzacions.
5. Ampliada la tècnica de visualització implementada en el punt 2 per permetre que suporti la visualització simultània de volum i clúster de fibres.
6. Integrat tot els mètodes desenvolupats en la plataforma DTIWeb.