



Universitat de Girona
Escola Politècnica Superior

Projecte/Treball Final de Carrera

Estudi: Enginyeria Informàtica. Pla 1997

Títol: Optimització de la tècnica dels Miralls Màgics a partir de mesures de Teoria de la Informació. Aplicació a la visualització 3D de dades mèdiques.

Document: Resum

Alumne: Marc Ruiz Altisent

Director/Tutor: Imma Boada Oliveras
Departament: Informàtica i Matemàtica Aplicada
Àrea: LSI

Convocatòria (mes/any): Setembre 2006

Resum

Introducció

La visualització científica és una àrea de la Informàtica Gràfica que té com a objectiu la representació i interpretació de dades científiques obtingudes a través de simulacions i/o dispositius de captació. Un dels camps d'aplicació de la visualització científica és la medicina. En aquest sentit el Grup de Gràfics de Girona de la Universitat de Girona ha establert un conveni de col·laboració amb el grup de neuro-radiologia de l'Institut de Diagnòstic per la Imatge de l'Hospital Universitari Dr. Josep Trueta de Girona. En aquest conveni s'ha decidit desenvolupar una plataforma que incorpori les tècniques bàsiques de visualització científica complementant la visualització 2D tradicional amb una visualització 3D que permeti inspeccionar la informació del pacient de forma més eficient i facilitant-ne el seu diagnòstic. En aquest projecte s'han implementat dues tècniques que formaran part d'aquesta plataforma, anomenada StarViewer.

Totes les tècniques de visualització tenen una part comuna: l'adquisició de dades i la definició del model de dades.

L'adquisició de dades es realitza mitjançant un dispositiu físic que mesura un o més paràmetres en diferents punts del cos del pacient. Les dades varien en funció de l'aparell i la prova realitzada, i poden tenir diferents resolucions i precisió. Les dades es guarden en fitxers que també poden tenir diferents formats, tot i que el DICOM és un estàndard molt utilitzat. Aquestes dades sempre tenen una distribució espacial regular i estan distribuïdes sobre plans o "llesques".

Pel que fa al model de dades, el model més utilitzat és el model de vòxels, que divideix l'espai en uns petits cubs (vòxels), tots de les mateixes dimensions, que segueixen una malla regular. A cada un d'aquests vòxels s'hi guarda un valor de propietat corresponent a un punt de l'espai.

Els models de vòxels es poden visualitzar separats els uns dels altres, però generalment és més interessant poder visualitzar dades d'un pacient procedents de diferents proves simultàniament. Per cada tipus de dades hi haurà un model de vòxels, i com que aquests models poden tenir diferents resolucions i una diferent distribució espacial, abans de visualitzar-los s'han de registrar. El registre consisteix en alinear espacialment els n models de vòxels que es vulguin visualitzar conjuntament. El resultat d'aquest procés és un model de vòxels registrat o fusionat, on cada vòxel té n propietats.

Per visualitzar un model de vòxels es fa servir la visualització directa de volums, fent servir l'algorisme de *ray casting* volumètric, que consisteix en llençar raigs de llum que travessen una sèrie de vòxels i en funció del valor de propietat d'aquests vòxels els pinten d'un color o un altre, i al final es fa una composició dels colors de tots els vòxels travessats. Però hi ha el problema de veure les dades de l'exterior i també les de l'interior del volum alhora. Es pot aconseguir si els vòxels tenen un cert grau de transparència, però la visualització perd qualitat. En el cas dels models registrats encara és pitjor, perquè es poden barrejar els colors dels múltiples volums i deixar una visualització molt difícil d'interpretar.

També hi ha el problema de trobar el punt de vista ideal per visualitzar el model de vòxels. El punt de vista ideal és aquell que aporta més informació a l'espectador, però és difícil de trobar. I fins i tot amb un bon punt de vista no n'hi ha prou, ja que també cal que l'assignació de colors (funció de

transferència) amb la qual es visualitza el model sigui bona, i aquesta és encara més difícil de trobar que el punt de vista òptim.

Objectius

En aquest projecte ens hem marcat dos grans objectius. El primer és implementar un mètode per facilitar la visualització i la interpretació de models de vòxels simples i models de vòxels fusionats. El segon és implementar un mètode basat en mesures de la Teoria de la Informació per ajudar l'usuari a trobar el punt de vista òptim per a un model donat. Aquest mètode també proposarà una funció de transferència ajustada al model, en el sentit que permeti diferenciar les estructures que el formen. Tots dos mètodes s'hauran d'integrar a la plataforma abans esmentada.

Per assolir el primer objectiu implementarem la tècnica dels Miralls Màgics o *Magic Mirrors*, que consisteix a fer una visualització directa del model de vòxels al centre de la pantalla i posar al seu voltant una "miralls" on hi ha la visualització del model des de la posició del mirall. Aquests miralls permeten la visualització simultània del model des de diferents punts de vista. També ampliarem aquesta tècnica per visualitzar models fusionats, permetent a l'usuari decidir quines propietats es visualitzen a cada mirall i al volum central.

Per al segon objectiu ens centrarem en el concepte d'*excess entropy*, que és una mesura de la informació, per determinar quin punt de vista aporta més informació a l'usuari. Concretament caldrà calcular l'*excess entropy* d'un conjunt finit de punts de vista i mostrar aquestes mesures a l'usuari, que amb això podrà fer-se una idea de quin punt de vista és el millor. Per calcular l'*excess entropy* caldrà primer segmentar el model per crear un model simplificat, ja que sinó el problema és intractable. Amb el volum segmentat serà fàcil definir una funció de transferència ajustada al model.

En ambdós casos l'usuari podrà decidir les funcions de transferència, que són les que determinen els colors i el grau d'opacitat de cada valor de propietat d'un model de vòxels.

Tota l'aplicació s'ha de poder controlar des d'una interfície gràfica que sigui intuïtiva i senzilla d'utilitzar.

El disseny ha de ser modular perquè s'integri fàcilment amb l'StarViewer. L'aplicació s'ha de construir fent servir eines de domini públic.

Descripció de l'aplicació

El disseny final de l'aplicació consisteix en 3 grans mòduls, cadascun d'ells divisible en submòduls. Hi ha un mòdul de Miralls Màgics, un mòdul de selecció del punt de vista i un mòdul de classes compartides.

El mòdul dels Miralls Màgics agrupa totes les classes que serveixen exclusivament per implementar els Miralls Màgics. Té una part d'interfície i una de control. Les classes de la interfície treballen principalment amb Qt i les de control principalment amb VTK. Les classes de la interfície inclouen formularis d'entrada de paràmetres, encapsulament de paràmetres, comunicació amb les classes de control i la finestra de visualització principal. Les classes de control formen els submòduls de control principal, de miralls i de volums.

El mòdul de la selecció del punt de vista agrupa totes les classes que serveixen exclusivament per implementar la selecció del punt de vista òptim. Té una part d'interfície i una de control. Les classes de la interfície treballen principalment amb Qt i les de control principalment amb VTK. Les classes de la interfície inclouen formularis d'entrada de paràmetres, encapsulament de paràmetres, comunicació amb les classes de control i la finestra de visualització principal. Les classes de control formen els submòduls de control principal, de plans i de volums.

El mòdul de les classes compartides agrupa totes les classes que es fan servir en els dos mètodes. Són elements de la interfície, com l'editor de funcions de transferència, i eines diverses.

Podem veure que els dos mètodes segueixen una estructura semblant. Això és perquè és l'estructura de classes que cal seguir per integrar un mètode a la plataforma, a més a més que els dos mètodes tenen força semblances.

Hem dissenyat un interfície força intuïtiva per facilitar la feina a l'usuari. Tots els paràmetres dels dos mètodes es poden introduir des de la interfície. L'usuari també pot interaccionar amb la finestra de visualització mitjançant el ratolí i el teclat.

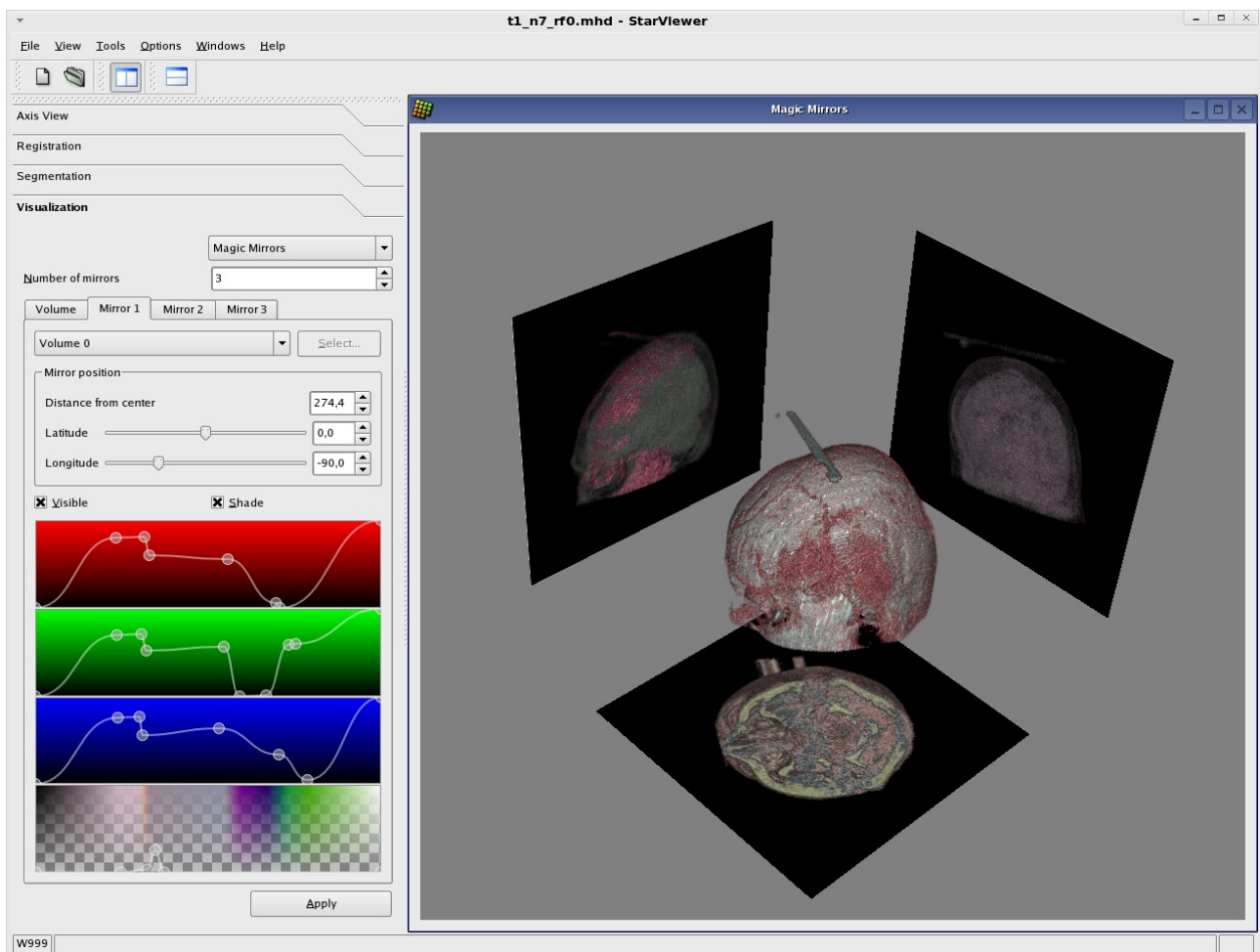


Figura 1: Miralls Màgics amb un model simple.

En el mètode dels Miralls Màgics l'usuari pot triar el nombre de miralls i la posició de cadascun. També pot triar quines propietats es veuen a cada mirall amb la seva funció de transferència. Els miralls s'actualitzen automàticament quan l'usuari manipula el model.

En el mètode de la selecció del punt de vista l'usuari pot configurar els paràmetres de la segmentació i de la visualització. La segmentació és el procés més costós i pot trigar diversos minuts, però només cal fer-la un cop. L'usuari pot decidir el nombre de plans que es distribuïran uniformement al voltant del model per calcular-ne l'*excess entropy*, i també pot definir els paràmetres de càlcul d'aquesta *excess entropy*. Quan es calcula l'*excess entropy* de cada pla es mostra una finestra amb els resultats. L'*excess entropy* es calcula quan cal (quan canvia algun paràmetre que l'afecti). El mètode també proposa un funció de transferència ajusta al model.

En els dos casos es calcula automàticament la mida dels miralls o plans perquè hi càpiga tot el model, i en el cas de la selecció del punt de vista també es calcula automàticament la distància.

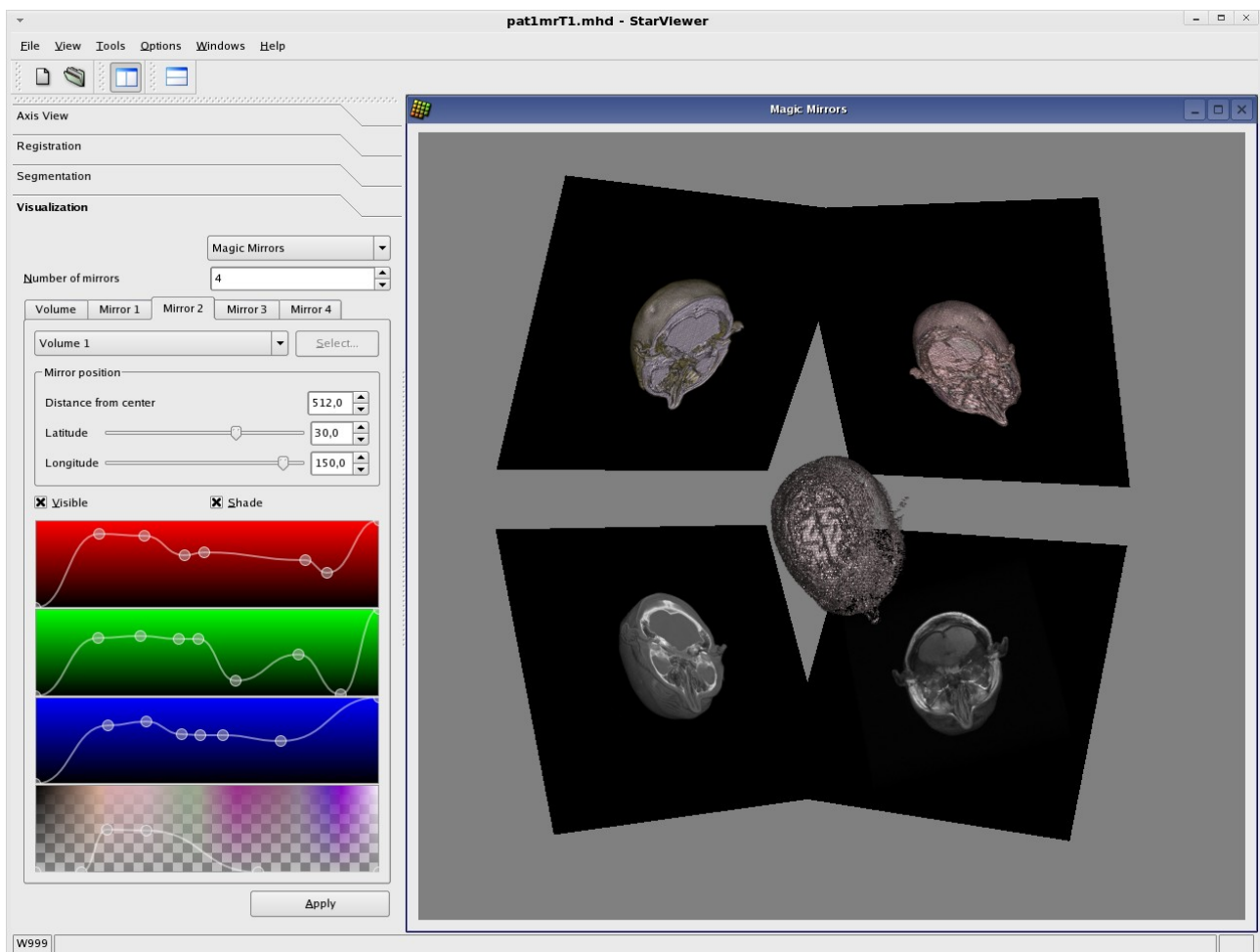


Figura 2: Miralls Màgics amb un model fusionat.

Resultats

Hem obtingut resultats satisfactoris amb totes les proves realitzades, tot i que no han estat exhaustives perquè teníem pocs models de vòxels. A la Figura 1 hi ha un exemple de Miralls Màgics amb un model simple. A la Figura 2 un exemple de Miralls Màgics amb un model fusionat. A la figura 3 un exemple de selecció del punt de vista.

El rendiment dels dos mètodes és prou bo i s'executen en un temps raonable a l'ordinador de proves (deixant de banda la segmentació, que triga molt). El bon rendiment permet una interactivitat alta de l'usuari amb l'aplicació. El temps d'actualització d'un pla un d'un mirall sol ser d'uns pocs segons com a màxim, amb la majoria de models.

Conclusions

Podem estar satisfets amb la implementació final, ja que compleix tots els objectius marcats.

S'ha implementat la tècnica de visualització dels Miralls Màgics i s'ha ampliat per permetre també la visualització de models fusionats. L'usuari pot decidir les funcions de transferència que vulgui i pels

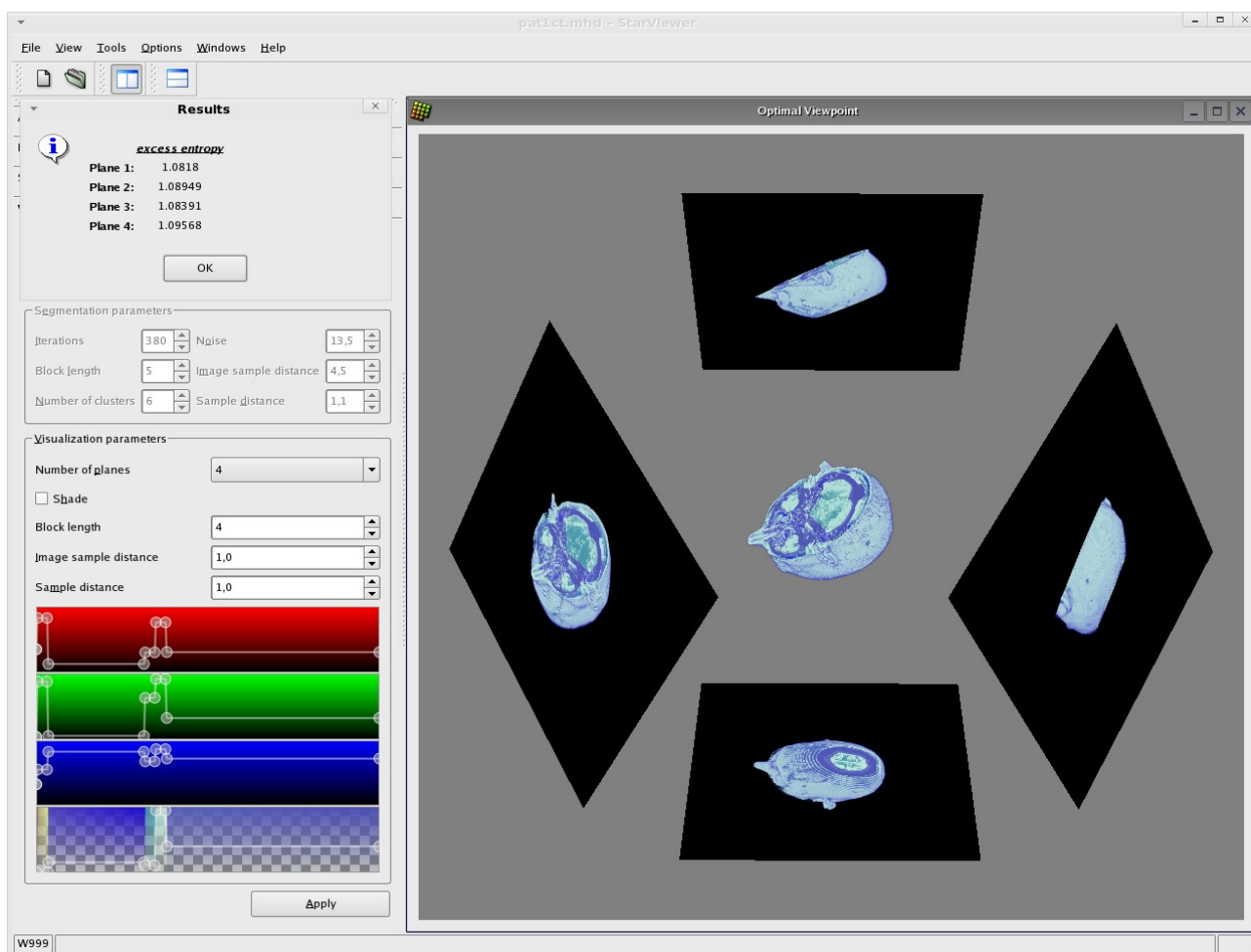


Figura 3: Selecció del punt de vista òptim.

models fusionats pot triar quines propietats vol veure a cada mirall, així com al volum central. Amb això podem visualitzar de forma eficient models de vòxels simples i fusionats, facilitant-ne la interpretació.

S'ha implementat una tècnica que pot ajudar l'usuari a trobar el millor punt de vista per un model donat. També podria trobar els millors punts de vista per als miralls dels Miralls Màgics. Aquest mètode proposa una funció de transferència ajustada al model.

L'aplicació ha seguit un disseny modular i està plenament integrada a l'StarViewer. S'ha construït plenament utilitzant eines de domini públic.

Podem concloure, per tant, que hem satisfet tots els objectius marcats a l'inici d'aquest projecte, i ara només falta que els usuaris finals de l'Hospital Dr. Josep Trueta facin l'avaluació final de l'aplicació per veure si satisfà les seves necessitats.