



Universitat de Girona
Escola Politècnica Superior

Projecte/Treball Final de Carrera

Estudi: Eng. Tèc. Informàtica de Gestió

Títol:

Visualització de volums usant Miralls Màgics

Document: Resum

Alumne: Marc Ruiz Altisent

Director/Tutor: Imma Boada Oliveras
Departament: Informàtica i Matemàtica Aplicada
Àrea: Llenguatges i Sistemes Informàtics

Convocatòria: Setembre 2004

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 d'Informàtica Gràfica 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. L'aplicació que s'ha desenvolupat en aquest projecte formarà part d'aquesta plataforma.

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 voxels, que divideix l'espai en uns petits cubs (voxels), tots de les mateixes dimensions, que segueixen una malla regular. A cada un d'aquests voxels s'hi guarda un valor de propietat corresponent a un punt de l'espai.

Els models de voxels 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 voxels, 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 voxels que es vulguin visualitzar conjuntament. El resultat d'aquest procés és un model de voxels registrat, on cada voxel té n propietats.

Per visualitzar un model de voxels 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 voxels i en funció del valor de propietat d'aquests voxels els pinten d'un color o un altre, i al final es fa una composició dels colors de tots els voxels travessats. però hi ha el problema de veure les dades de l'exterior i també les de l'interior del volum a la vegada. Es pot aconseguir si els voxels 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.

Objectius

L'objectiu d'aquest projecte és implementar un mètode per facilitar la visualització i interpretació de models de voxels simples i models de voxels registrats. La implementació realitzada s'haurà d'integrar a la plataforma desenvolupada dins del conveni abans esmentat.

Per assolir aquest objectiu implementarem la tècnica dels Miralls Màgics o Magic Mirrors, que consisteix en fer una visualització directa del model de voxels al centre de la pantalla i posar al seu voltant una plans ("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 registrats, permetent a l'usuari decidir quines propietats es visualitzen a cada mirall i al volum central. L'usuari també decidirà 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 voxels. Tot això l'usuari ho ha de poder fer des d'una interfície gràfica que sigui intuïtiva senzilla d'utilitzar.

Com que l'aplicació s'ha d'integrar a la plataforma de visualització d'imatges mèdiques, ha de tenir un disseny modular. També s'ha de construir fent servir eines de domini públic.

Descripció de l'Aplicació

El disseny final de l'aplicació consta de 3 mòduls: la interfície gràfica d'usuari, el mòdul de control i el mòdul de volums.

La interfície gràfica ha estat implementada fent servir les llibreries Qt, per poder-se integrar a la interfície de la plataforma i per poder fer servir el mecanisme de *signals i slots*. Aquest mecanisme permet comunicar objectes que no tenen coneixement els uns dels altres, connectant els *signals* d'uns als *slots* dels altres, i d'aquesta manera es poden fer classes bastant independents, afavorint la modularitat.

La interfície s'integra com un element més de la interfície de la plataforma (Figura 1), i té tots els controls necessaris per modificar els paràmetres de visualització dels Magic Mirrors. Es comunica amb el mòdul de control mitjançant el mecanisme de *signals i slots* de Qt.

El mòdul de control és el mòdul central de l'aplicació. Gestiona objectes de diferents tipus, però principalment de les llibreries VTK, per aconseguir fer la visualització final. Aquest mòdul inclou la finestra principal, amb la qual l'usuari pot interactuar lliurement. Aquesta interacció pot ser de diverses formes i permet manipular el model de voxels i la camera, segons vulgui l'usuari. La interacció es fa amb el ratolí, però amb el teclat es pot canviar l'estil d'interacció.

Finalment hi ha el mòdul de volums, que s'encarrega de gestionar les múltiples instàncies que hi ha de cada model de voxels, ja que es necessita una instància diferent pel volum central i per cada Mirall. Aquest mòdul les agrupa en una sola classe i s'encarrega de mantenir-les sincronitzades, de manera que si l'usuari mou el volum central els volums dels miralls es mouen de la mateixa manera i s'aconsegueix que sembli realment el mateix objecte.

A nivell general podem dir que la implementació que s'ha fet inclou només 2 Miralls, però no seria gaire difícil posar-ne més, però significaria un augment del cost computacional de fer la visualització, sobretot quan s'han d'actualitzar els Miralls.

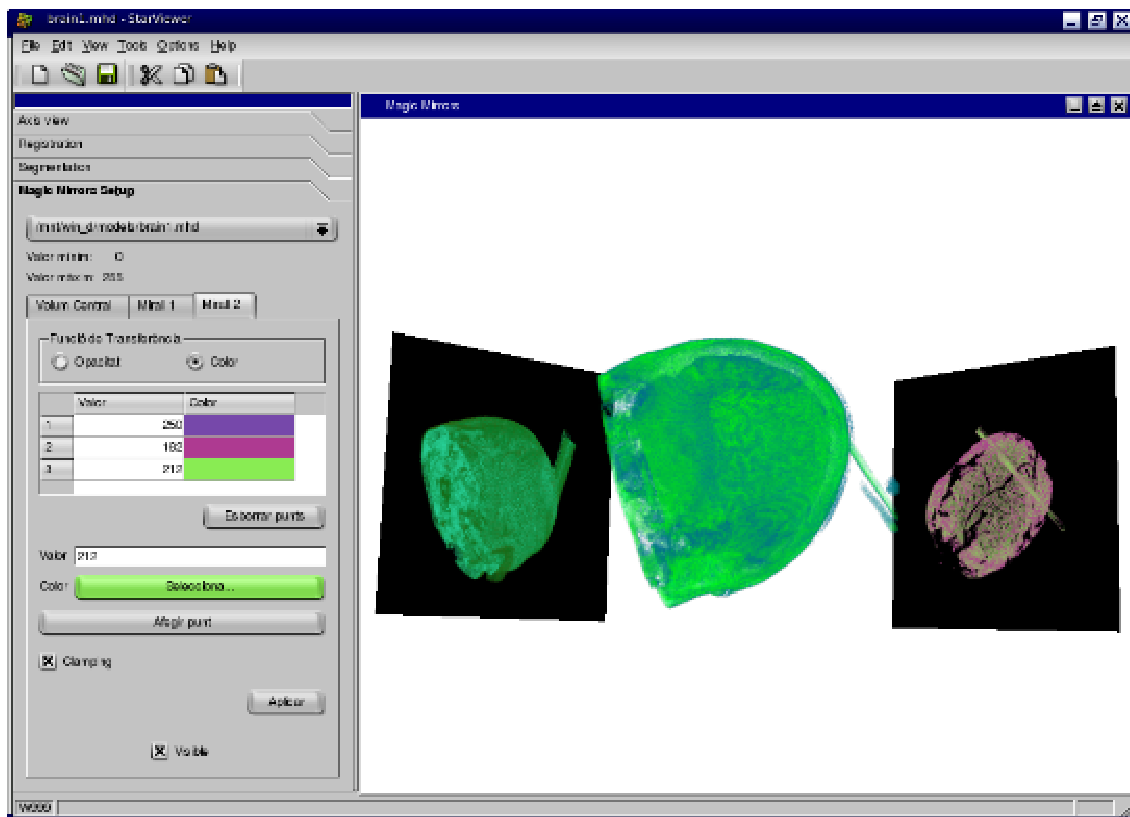


Figura 1. Magic Mirrors. A l'esquerra hi ha la interfície gràfica, que s'integra com un element del *toolbox* de la interfície de la plataforma. Ocupant la major part de l'espai hi ha la finestra principal de la visualització, amb la qual l'usuari pot interactuar de diverses maneres utilitzant el ratolí i el teclat.

Tots 3 mòduls estan dissenyats per suportar volums registrats amb n propietats, però durant el desenvolupament del projecte el mòdul de registre només permetia registrar 2 models, per tant no hem pogut comprovar el rendiment quan hi ha més de dues propietats per voxel.

Es poden definir funcions de transferència diferents per cada volum (un model registrat es considera que són n volums) i Mirall, i tot a través de la interfície gràfica, que és fàcil d'utilitzar. El procés de configuració d'una funció de transferència és gairebé el mateix per models simples que registrats. Pels models registrats només hi ha un pas més, que és triar el volum o propietat.

La mida dels Miralls i la seva distància al model de voxels es calcula en carregar el model tenint en compte les seves dimensions. Amb això s'aconsegueix que la distància dels Miralls sempre sembli la mateixa i que la mida dels Miralls no sigui desproporcionada respecte a la del model de voxels.

Resultats

Hem obtingut resultats satisfactoris amb totes les proves realitzades, tot i que no han sigut exhaustives perquè només disposàvem d'un conjunt reduït de models de

voxels. A la Figura 2 i a la Figura 3 hi ha 2 imatges de resultats. La primera és d'un model simple i s'han definit funcions de transferència diferents per cada Mirall. La segona és d'un model registrat i també es veu diferent a cada Mirall. Tot i que no es pot apreciar a la imatge, al volum central i al Mirall de l'esquerra hi ha les 2 propietats, i al de la dreta només la primera propietat. En tots dos casos es veuen els Miralls una mica torts perquè s'ha mogut la camera manualment, interactuant amb la finestra. Amb aquesta vista no es pot veure exactament com estan col·locats els Miralls respecte el model, però amb una vista superior es veuria que entre ells formen un angle recte (si s'estenguessin cap a l'infinit).

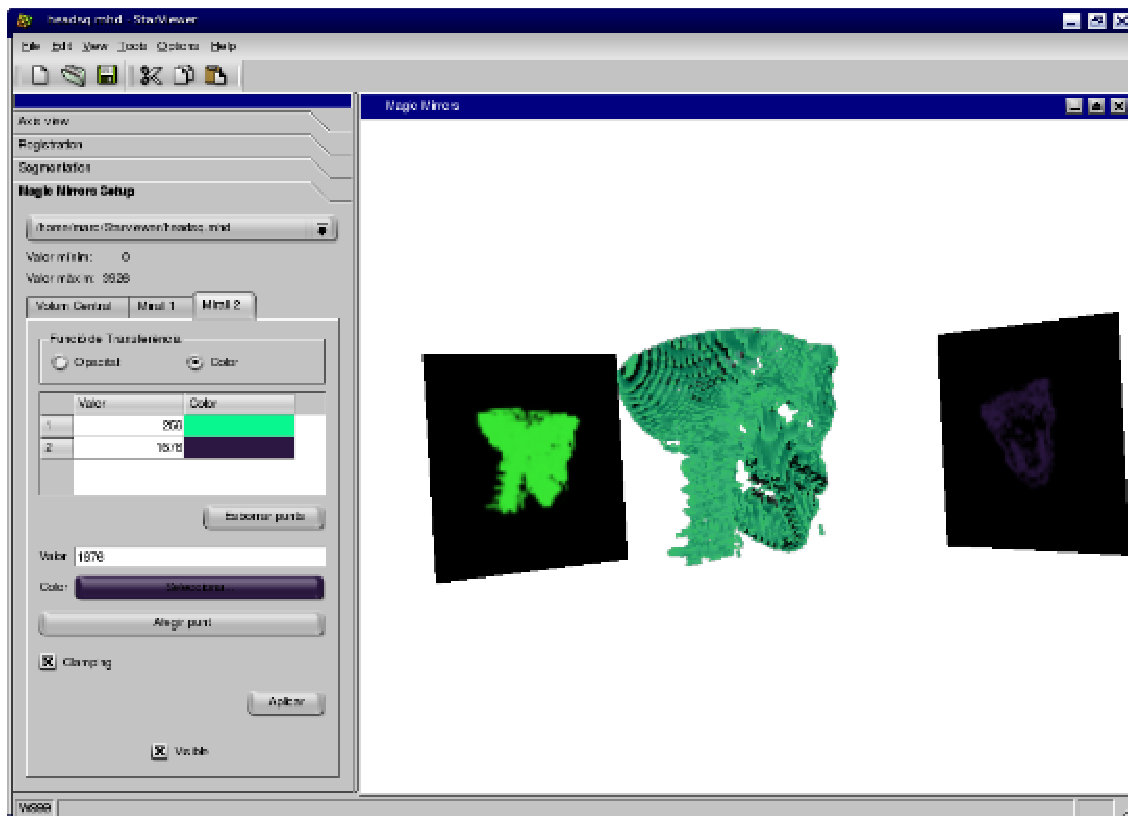


Figura 2. Visualització d'un model simple.

L'aplicació s'executa bastant ràpid a l'ordinador de proves, es pot interactuar amb la visualització de forma fluïda. El temps més gran per actualitzar els Miralls ha sigut aproximadament d'un segon i mig, pel model registrat. Per moure la camera el temps de resposta és pràcticament nul, però per moure el model pot variar bastant entre uns models i uns altres. Per exemple, amb el model de la Figura 2 es pot començar a girar de seguida en clicar sobre el model, però amb el de la Figura 1 cal esperar alguns segons abans que comenci a girar. Això és degut segurament a que la diferència de resolució entre els 2 models (el segon té el quàdruple de resolució a cada eix).

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 registrats. L'usuari pot decidir les

funcions de transferència que vulgui i pels models registrats pot triar quines propietats vol veure a cada Mirall, així com al volum central. Amb això podem visualitzar de forma eficient models de voxels simples i registrats, facilitant-ne la interpretació.

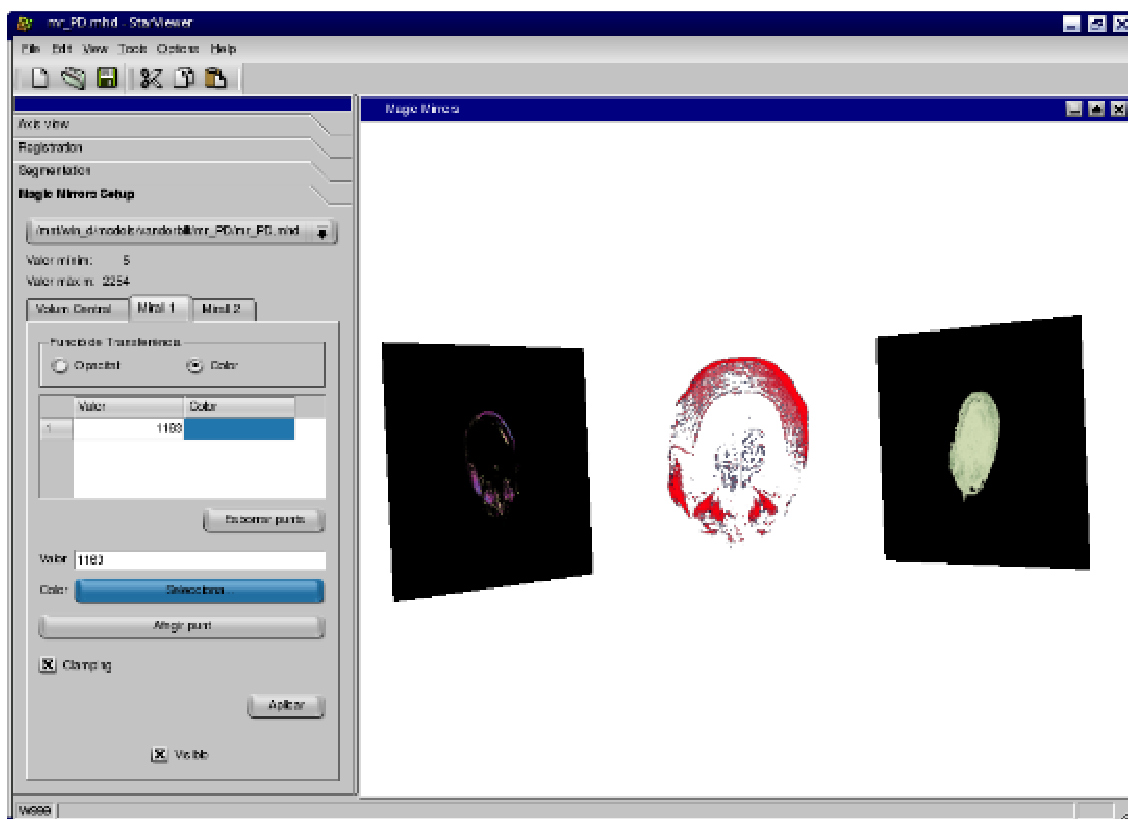


Figura 3. Visualització d'un model registrat.

L'aplicació ha seguit un disseny modular i està plenament integrada a la plataforma de visualització d'imatges mèdiques desenvolupada pel grup d'Informàtica Gràfica de la Universitat de Girona en un conveni amb el grup de neuro-radiologia de l'Institut de Diagnòstic per la Imatge de l'Hospital Universitari Dr. Josep Trueta de Girona.

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.