



**EPS**

Escola Politècnica

**UdG**

Superior

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

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

**Títol:** Segmentació de teixit i lesions en imatges de MRI de malalts d'esclerosi múltiple

**Document:** Resum

**Alumne:** Miguel Angel Doblado Pedrosa

**Director/Tutor:** Xavier Lladó, Jordi Freixenet

**Departament:** Arquitectura i Tecnologia de Computadors

**Àrea:** Arquitectura i Tecnologia de Computadors

**Convocatòria (mes/any):** 09/2009

## 1 Introducció

### 1.1 Antecedents

Actualment, en l'àmbit mèdic, la ressonància magnètica, MRI Magnetic Resonance Imaging, és un dels sistemes més utilitzats per a la realització de diagnòstics i el seguiment de l'evolució de malalties com l'esclerosi múltiple (EM). No obstant, la gran quantitat d'informació que proporciona aquesta modalitat té com a conseqüència una tasca feixuga d'anàlisi i d'interpretació per part dels radiòlegs i neuròlegs.

### 1.2 Objectius

L'objectiu general d'aquest projecte és desenvolupar un sistema per ajudar als metges a segmentar les imatges de MRI del cervell. Es centrarà en la segmentació dels tres teixits, figures 1(a)-1(d), però també es tractaran les lesions d'esclerosi múltiple, figures 1(e) i 1(f).

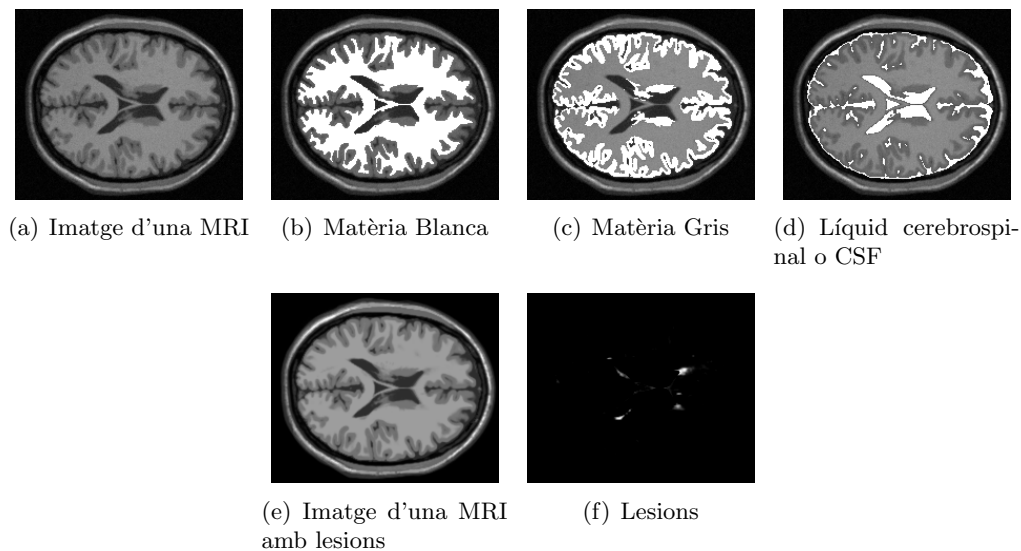


Figura 1: Segmentació de teixits i lesions.

Per assolir aquest objectiu general s'ha decidit dividir el projecte en objectius més concrets, els quals es mostren a continuació.

- Estudi de l'estat actual dels sistemes de segmentació de MRI.
- Segmentar diferents tipus de modalitats de MRI. Concretament, T1, T2, PD.
- Segmentar combinant diferents tipus de modalitats de MRI.
- Comparar dos volums del mateix pacient obtinguts en diferents dates.
- Crear una interfície gràfica que integri tots els mètodes.

### 1.3 Abast

Aquest projecte de final de carrera s'enmarca dins d'un projecte de recerca del grup de Visió per Computador i Robòtica de la Universitat de Girona. S'ha implementat amb MATLAB. Durant tot el procés s'han utilitzat dades sintètiques, de la base de dades simulada BrainWeb, i reals, proporcionades pels grup de metges col·laboradors amb el grup VICOROB.

## 2 Anàlisi, disseny i implementació del sistema de segmentació

La majoria dels sistemes de segmentació actuals fan servir una estratègia en pipeline. Una pipeline és un procés compost per diferents fases que s'executen seqüencialment. Aquest plantejament és necessari a conseqüència del soroll i el *bias*, uns fenòmens externs que distorsionen les imatges.

En concret, en aquesta pipeline entraran volums en 3D, als quals se'ls sotmetrà a un preprocesat. Llavors s'aplicaran els algorismes de segmentació. Per a fer el preprocesat s'ha aprofitat una toolbox anteriorment desenvolupada pel grup VICOROB, ja que l'objectiu d'aquest projecte es centra en el desenvolupament dels algorismes de segmentació. A la figura 2 es mostra un esquema de la pipeline desenvolupada en aquest projecte.

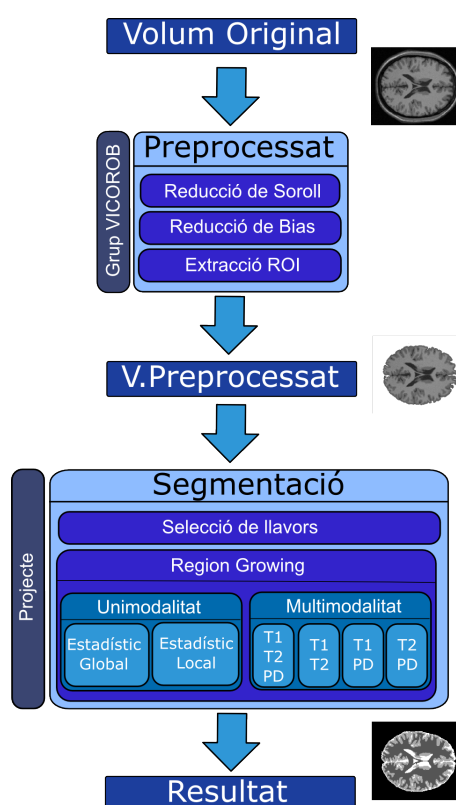


Figura 2: Pipeline del sistema de segmentació.

### 2.1 Region Growing. El mètode de segmentació

En aquest projecte, s'ha decidit dissenyar i implementar mètodes basats en el creixement de regions, tècnica coneguda en anglès com a Region Growing.

Al Region Growing els dos factors importants són el criteri d'agregació i el tipus de connectivitat que s'utilitza. El mètode funciona de la forma següent. El primer pas, és decidir un punt d'inici, anomenat llavor. A partir d'aquí es pot iniciar el creixement de la regió. Per fer-la créixer es consulten els vòxels<sup>1</sup> veïns, que venen determinats pel tipus de connectivitat que es fa servir. Si els vòxels veïns compleixen el criteri d'agregació s'afegeixen a la regió creixent i es repeteix el mateix procés amb cadascun d'ells. En cas contrari, la regió deixa de créixer en aquella direcció. Quan s'afegeix un vòxel a la regió cal actualitzar l'estadístic.

S'han desenvolupat diferents variants per assolir els diferents objectius. Concretament, s'ha comprovat com responen aquestes tècniques davant de les diferents modalitats de MRI, com també

<sup>1</sup>Unitat mínima d'informació d'una imatge tridimensional.

enfront de la combinació d'aquestes. D'altra banda, s'han estudiat les diferències entre tenir en compte informació local, és a dir, entre vòxels més propers, o informació global, on es fan servir els mateixos estadístics per a tot el volum. A la memòria adjunta s'expliquen els detalls.

### 3 Resultats

Per l'avaluació dels mètodes s'han fet servir tres mesures diferents, el *True positive fraction*, el *Dice Similarity Coefficient* i l'*Area overlap*. Aquests coeficients comprenen valors entre 0 i 1, essent 1 el valor ideal. Totes aquestes mesures es detallen a la memòria. Concretament, les proves s'han dut a terme fent servir dos tipus de dades. Per una banda, dades sintètiques i per l'altra s'ha comprovat la resposta d'un cas real.

#### 3.1 Resultats cas sintètic

El cas sintètic s'ha obtingut de la base de dades BrainWeb, a la qual s'hi pot accedir a través de web. Les MRI reals es veuen afectades per dos fenòmens externs. Un d'ells és el soroll, que fa que una sèrie de vòxels distribuïts per tot el volum tinguin un nivell d'intensitat que no els hi correspon, és a dir, on hauria d'aparèixer un vòxel fosc n'apareix un de clar, o viceversa. L'altre és el *bias*, el qual representa una inhomogeneïtat dels nivells d'intensitat al llarg d'una dimensió del volum. En particular, es produeix un enfosquiment a mesura que s'avança en l'eix horitzontal, de dreta a esquerra. Brainweb permet disposar del mateix volum afectat en major o menor grau per aquests fenòmens. Aquest fet, juntament amb que també ofereix la segmentació ideal, o *ground truth*, del volum, permeten obtenir un resultat numèric de la segmentació i també estudiar la robustesa del sistema davant del soroll i del *bias*. A més a més, ofereix tres modalitats diferents, T1, T2 i PD, amb les quals es pot fer un estudi dels resultats en cadascuna i també combinant-les. A la base de dades es pot accedir, també, a volums amb lesions i el seu *ground truth*.

A l'avaluació individual de les modalitats, els resultats donen com a millor opció el mètode desenvolupat que utilitza un estadístic global, per a totes les modalitats. La modalitat que millor es segmenta és la T1. Amb aquest mètode s'aconsegueixen bons resultats, en els quals els valors de DSC s'apropen a 1 en la matèria blanca i superen amb marge el llindar mínim, que la majoria de literatura estableix en 0.7, per a la matèria gris. No obstant, el mètode no respon de la manera esperada pel que fa al CSF. També s'aprecia, que el mètode local és més constant en els resultats davant l'increment dels fenòmens externs, però en l'únic cas que millora el mètode de l'estadístic global és en el nivell més alt de distorsió.

Després de combinar les modalitats, s'ha observat que es produeix una millora general en la segmentació. La millor combinació es produeix entre les modalitats T1 i PD, mentre que s'ha observat que la modalitat T2, que individualment era la que donava resultats més discrets, no aporta res positiu a la segmentació.

Per últim, en la segmentació de lesions, per comprovar el funcionament, el procediment que s'ha utilitzat ha estat indicar un vòxel inicial, pertanyent a la lesió, i creixer a partir d'aquest, amb l'objectiu de segmentar només el volum de la lesió. Les lesions que s'aconsegueixen segmentar són les més grans i que es troben menys connectades a la matèria gris.

#### 3.2 Resultats cas real

El volum real utilitzat ha estat proporcionat per la Clínica Girona. En el moment de fer l'experiment no es disposava encara d'un *ground truth* realitzat pels metges. Per tant, no es podran exposar resultats numèrics. Per ara, s'ha d'avaluar visualment. El resultat es pot observar a la figura 3.

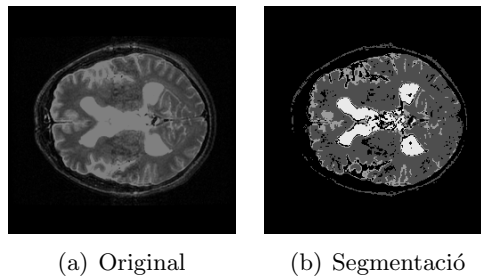


Figura 3: Segmentació en cas real, s'observa com cada teixit adquireix un color diferent.

De la figura 3(b) es pot comentar que es produeixen diferents problemes. La matèria blanca es sobresegmenta, agafant algunes zones que són matèria gris, i aquesta a la vegada creix cap a regions que són CSF, a la part més externa del cervell. No obstant, es pot observar a la figura 3(a), i a la memòria se'n fan estudis al respecte, que la matèria gris no té una distinció clara ni amb la matèria blanca, ni amb el CSF, quedant aquests dos últims més distingits entre ells a les zones més interiors de cada matèria.

## 4 Interfície

Per facilitar la feina als metges, s'han integrat els mètodes en una interfície simple i molt intuïtiva. La interfície ofereix les opcions que es detallen a continuació i té l'aparença que es mostra a la figura 4.

- **Visualitzar els volums originals.** Des del punt de vista mèdic és imprescindible poder visualitzar el volum d'una forma senzilla i pràctica. Això s'aconsegueix mitjançant el botons **Carregar V1 o V2** que obren un explorador per seleccionar el fitxer que es vol obrir. Després, com es tracta de volums, és necessari veure diferents seccions i plans des de varis punts de vista. És possible moure's pel volum clicant sobre aquests plans amb el ratolí.
- **Possibilitat d'interactuar per escollir les llavors.** Com els mètodes desenvolupats són semiautomàtics és necessari que el metge pugui interactuar per inicialitzar l'execució. Això es pot fer gràcies a la interacció amb el ratolí, amb el qual el metge es situa en un punt abans de premer el botons **Afegir llavor**.
- **Visualitzar el resultat.** Un cop segmentat el volum, en el selector de vistes es pot escollir entre **Vista original** i **Vista segmentat**, segons el que es desitgi veure en cada moment.
- **Possibilitat de comparar entre els 2 volums.** També, dóna la possibilitat de comparar dos volums, ja que es poden veure un al costat de l'altre. Quan és canvia el punt que es vol observar en un, també es canvia en l'altre, així sempre s'està observant el mateix punt en els dos volums. D'aquesta manera es pot avaluar l'evolució d'un pacient mitjançant dues MRI obtingudes en diferents dates. A més a més, també és interessant utilitzar aquesta possibilitat per a veure, simultàniament, la mateixa MRI però en dues modalitats diferents.

## 5 Conclusions

Després de totes les anàlisis realitzades en aquest projecte, se'n poden extreure una sèrie de conclusions, les quals, a més a més de concretar la línia a seguir, obren pas a altres estratègies a desenvolupar en el futur.

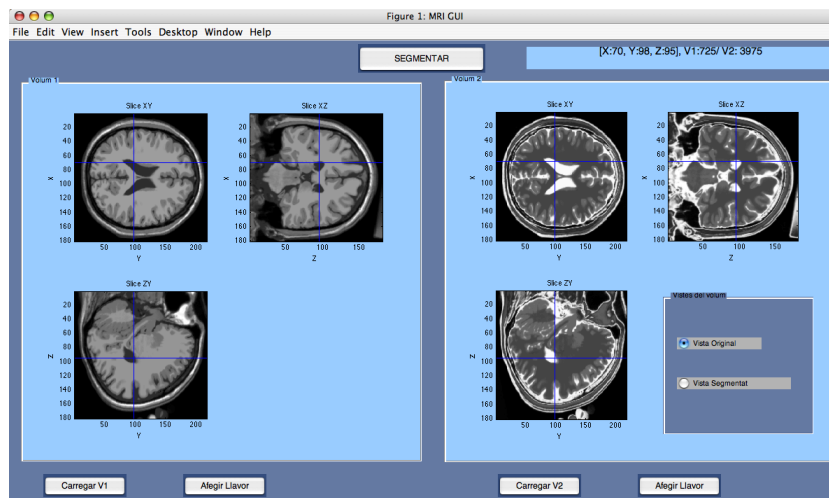


Figura 4: Interfície gràfica. Vista original dels dos volums

- **Preprocessat.** La primera conclusió important és la necessitat d'un bon preprocessat, ja que s'ha vist en les proves fetes amb quantitats importants de soroll i *bias*, tot i el preprocessat executat, que els fenòmens externs afecten molt negativament al resultat de la segmentació.
- **Tipus d'estrategia.** També es pot concloure que, malgrat la tendència d'utilitzar estratègies de clustering, les basades en regions, poden ajudar notablement a la millora dels resultats obtinguts. Concretament en la segmentació de teixits s'han aconseguit, en alguns casos, segmentacions molt acurades. Segurament, l'opció més intel·ligent pot ser la de fer servir tècniques basades en regions un cop s'ha fet la segmentació mitjançant estratègies de clustering amb l'objectiu de separar les regions no connectades espacialment però que són iguals en l'espai de mesures.
- **Estadístic.** En un dels grans debats del projecte, el de fer servir un estadístic global o local, ara ja es pot argumentar a favor de la opció de l'estadístic global, que permet obtenir resultats bons, tot i ser més sensible als fenòmens externs que la opció de fer servir un algorisme amb estadístic local, però que no arriba a resultats acceptables. A més a més, s'ha comprovat que això es degut a que en els límits entre els diferents teixits no es produeix un canvi definit, de forma que la segmentació és més precisa si és fa servir un estadístic que també tingui en compte les parts més interiors de cada teixit.
- **Metodologia.** Pel que fa al tema tractat al projecte, cal destacar que és molt important la interacció amb els metges i radiòlegs col·laboradors per a poder encaminar aquesta nova línia de recerca dins del grup VICOROB.
- **Objectius.** En referència als objectius, s'ha aconseguit assolir els més importants. A la primera part, s'ha fet una revisió sobre els mètodes actuals. A partir d'aquí, s'ha aconseguit desenvolupar diferents mètodes per segmentar tant teixits com lesions de MRI de diferents modalitats, i també s'ha desenvolupat una estratègia que combina diferents modalitats per fer la segmentació. Per finalitzar, s'ha implementat una interfície que facilita la seva utilització i permet comparar dos volums del mateix pacient obtinguts en diferents dates per observar-ne l'evolució.