

Segmentación de Fibras utilizando Atlas de Cerebro Completo

Cristóbal Donoso
Dpto. Ciencias de la Computación
Facultad de Ingeniería
Universidad de Concepción, CHILE
Email: cridonoso@udec.cl

Pamela Guevara y Claudio Roman
Dpto. Ing. Biomedica
Facultad de Ingeniería
Universidad de Concepción, CHILE
Email: pguevara@udec.cl, clauroman@udec.cl

Abstract—Se presenta un método de segmentación basado en la similitud entre fibras del cerebro y las de un atlas etiquetado. Utilizamos 100000 fibras.

<https://github.com/cridonoso/medical-images-processing>

I. INTRODUCCIÓN

Las fibras cerebrales conectan distintas areas corticales. Con el estudio de éstas, los investigadores, pueden aproximarse en el estudio del comportamiento cerebral. Como se puede ver en la figura 1, las fibras pueden agruparse en fascículos, y estos a su vez estan compuestos por grupos de fibras similares entre si en cuanto a forma y trayectoria. Utilizando un ATLAS

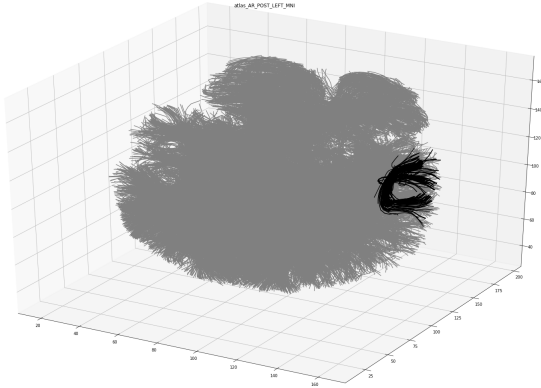


Fig. 1. Fascículo arqueado.

previamente etiquetado segmentaremos un cerebro utilizando las distancias entre fibras correspondientes.

II. SEGMENTACIÓN

Para segmentar se utilizaron 100000 fibras desde el cerebro completo. El proceso de segmentación consiste en medir la distancia euclidiana entre fibras. Luego - utilizando un umbral definido por el investigador - se seleccionan aquellas fibras cuya distancia no sobrepase el limite. De manera más formal,

sean A y B dos fibras, ambas de tamaño $m \times n$, la distancia entre ellas se define como

$$D_{A_i, B_i} = \max_{k=0, \dots, n} \|a_{ik} - b_{ik}\| \quad (1)$$

Donde D_{A_i, B_i} representa la distancia entre el punto i -ésimo de cada fibra con $i = 0, \dots, m$ y a_{ik} define un punto en la k -ésima dimensión. Debido a que no sabemos si el cerebro se encuentra en la misma dirección que los fascículos del Atlas, debemos computar (1) nuevamente pero en sentido contrario. Esto es

$$D_{A_i, B_i^{-1}} = \max_{k=0, \dots, n} \|a_{ik} - b_{ik}\| \quad (2)$$

Donde B_i^{-1} representa la lista de fibras invertidas osea que

$$B_i^{-1} = B_m \quad (3)$$

el out

A. Optimizando el código

Dado que solo nos interesan las fibras que estan bajo el umbral, si encontramos una distancia sobre esta cota podemos descartar la fibra completa (sin necesidad de realizar el computo de los puntos restante).

Data: Fibras A y B

Result: Distancia Máxima $\text{\LaTeX}2\epsilon$

initialization;

while $\text{distancia} \leq \text{umbral}$ **do**

$\text{distancia} \leftarrow \min(d_{A_i, B_i}, d_{A_i, B_i^{-1}})$

 guardar distancia de un punto en lista

end

Algorithm 1: Algoritmo de Optimización

III. RESULTADOS

La figura 2 muestra los resultados finales para 10.000 fibras y un umbral de 9mm. El algoritmo fue desarrollado en python y demoró cerca de 50 minutos en segmentar todas las zonas del atlas.

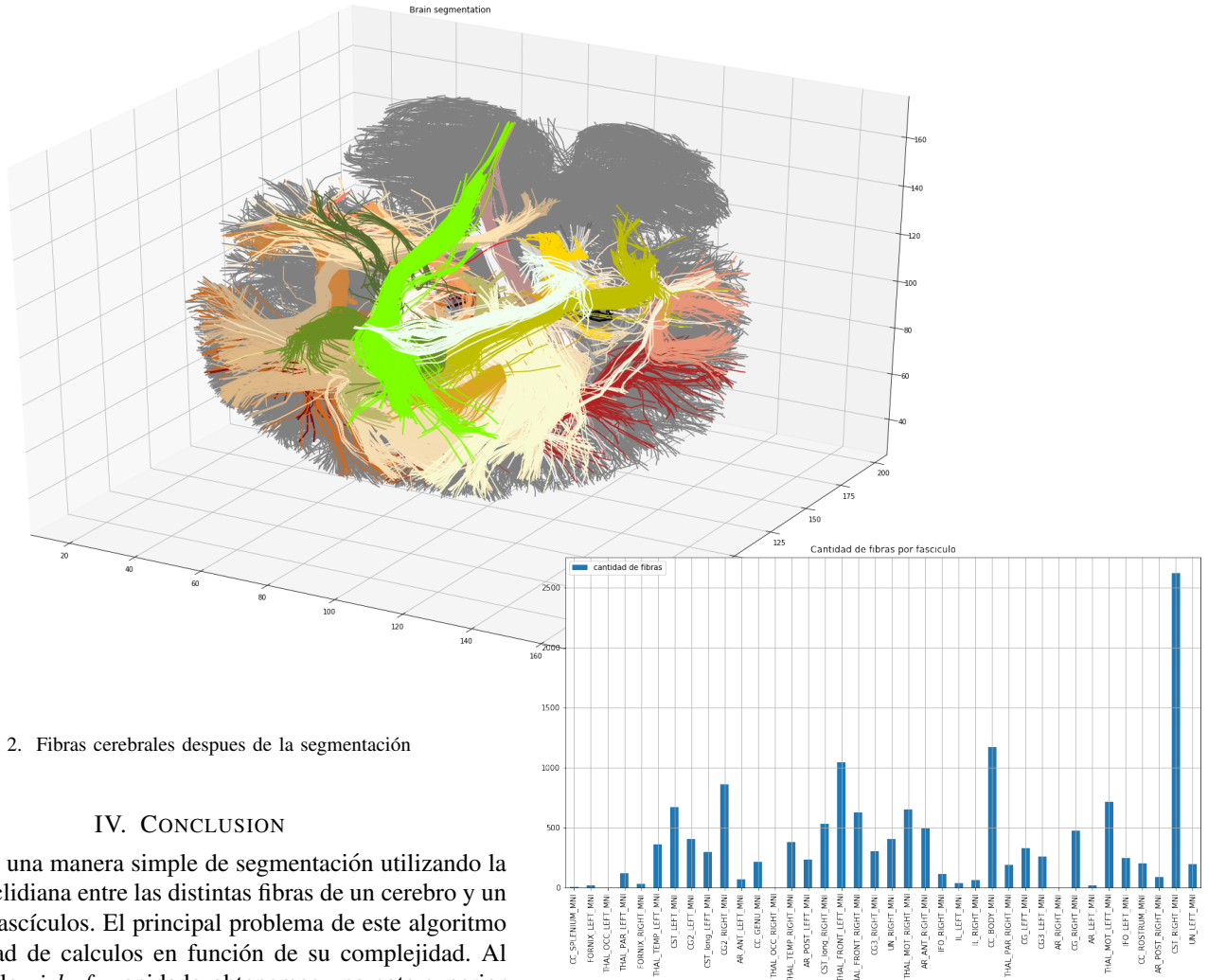


Fig. 2. Fibras cerebrales despues de la segmentación

IV. CONCLUSION

Se mostró una manera simple de segmentación utilizando la distancia euclidiana entre las distintas fibras de un cerebro y un ATLAS de fascículos. El principal problema de este algoritmo es la cantidad de calculos en función de su complejidad. Al tener un triple *ciclo for* anidado obtenemos una cota superior de $O(w \times n \times m)$, donde w asciende a 100000 en su valor máximo. Algunas soluciones pueden ser:

- 1) Migrar el codigo a un lenguaje con tiempo de ejecución más rapido (como C/C++)
- 2) Paralelizar el código utilizando los multiples núcleos de un procesador
- 3) Paralelizar utilizando GPU's

Finalmente, en la figura 3 mostramos la cantidad de fibras por fascículos

Fig. 3. Gráfico de fibras por fascículo