

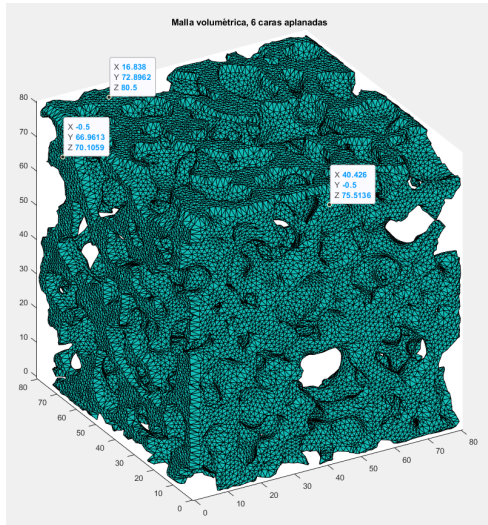
Alveolar perfusion and gas transport modelling

Investigación en Pregrado (IPre)

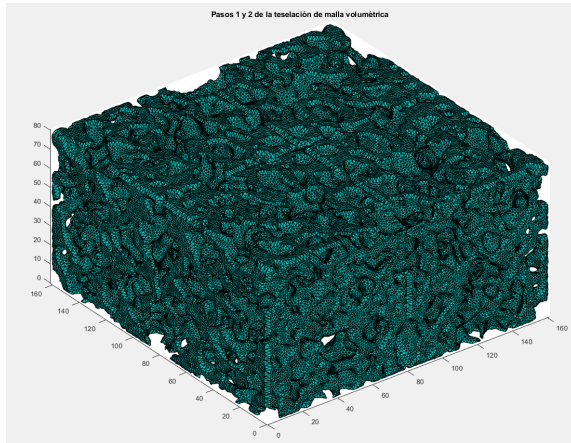
Bastían Herrera

Profesor guía - Daniel Hurtado
Estudiante guía - Pablo Zurita
Pontificia Universidad Católica de Chile

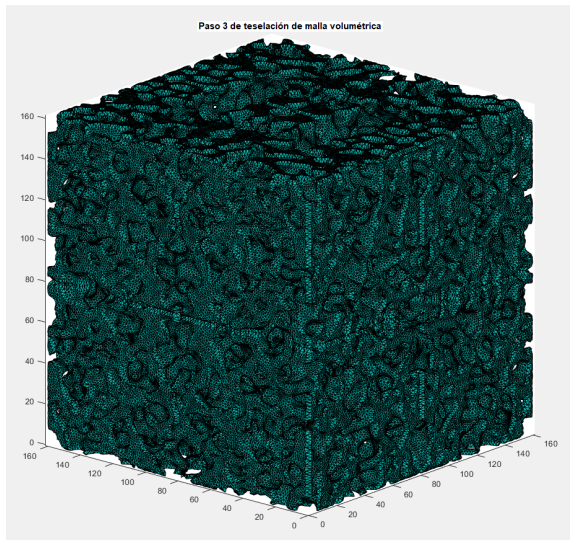
29/08/2022



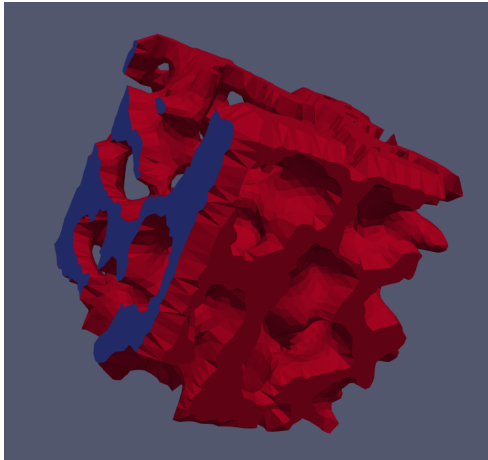
(a) Malla de RVE (arista = 80/109) aplanada en todas sus caras, usando el método antiguo.



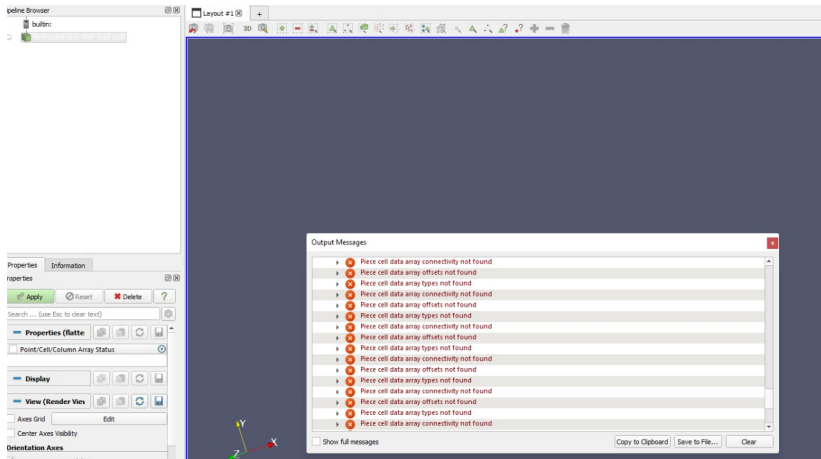
(b) Resultado de pasos 1 y 2 (replicación en x e y) de RVE (arista = 80/109) aplanado en todas sus caras, usando el método antiguo.



(c) Resultado de paso 3 (replicación en z) de RVE (arista = 80/109) aplanado en todas sus caras, usando el método antiguo.



(d) Boundaries en malla de RVE recortado con caras de normal en x aplanadas.



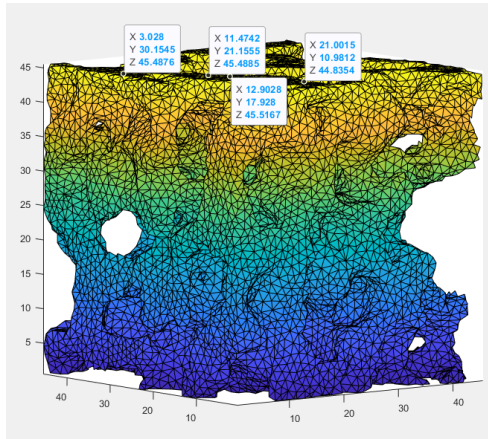
(e) Error en generación de boundaries de malla de RVE completo con caras de normal en x aplanadas.

Código de MATLAB más reciente

```
1 %% Array de filenames
2 clear
3 % folder = 'C:\Users\bherr\Downloads\GitHub\microCT-alveolar-meshgen\raw-data\Group03-SAF-HDMS\Subject01\RVE1';
4 folder = pwd;
5 format = '*.bmp';
6 %% Merge images into a NxNxN cubic array
7 imgs = imgmerge(folder, format, 3);
8 %% Data binarization
9 side = 46;
10 seg = imgs > 20/255;
11 seg = seg(1:side,1:side,1:side);
12 %%
13 opt.radbound = 1;
14 [nodes, elems] = v2s(seg, 1, opt, 'cgalmesh');
15 [nodes, elems] = meshcheckrepair(nodes, elems, 'meshfix');
16 nodes = sms(nodes,elems, 5, 0.5, 'lowpass');
17 [nodes, elems] = meshcheckrepair(nodes, elems, 'meshfix');
18 %%
19 tol = 0.8;
20 d = 0.5;
21 len = length(seg);
22 for i = 1:length(nodes)
23     if (nodes(i,1)<tol) && ~(nodes(i,2)<2*tol||nodes(i,2)>len-2*tol) && ~(nodes(i,3)<2*tol||nodes(i,3)>len-2*tol)
24         nodes(i,1)=-d;
25     elseif nodes(i,1)>len-tol && ~(nodes(i,2)<2*tol||nodes(i,2)>len-2*tol) && ~(nodes(i,3)<2*tol||nodes(i,3)>len-2*tol)
26         nodes(i,1)=len+d;
27     elseif nodes(i,2)<tol && ~(nodes(i,1)<2*tol||nodes(i,1)>len-2*tol) && ~(nodes(i,3)<2*tol||nodes(i,3)>len-2*tol)
28         nodes(i,2)=-d;
29     elseif nodes(i,2)>len-tol && ~(nodes(i,1)<2*tol||nodes(i,1)>len-2*tol) && ~(nodes(i,3)<2*tol||nodes(i,3)>len-2*tol)
30         nodes(i,2)=len+d;
31     elseif nodes(i,3)<tol && ~(nodes(i,1)<tol||nodes(i,1)>len-tol) && ~(nodes(i,2)<tol||nodes(i,2)>len-tol)
32         nodes(i,3)=-d;
33     elseif nodes(i,3)>len-tol && ~(nodes(i,1)<tol||nodes(i,1)>len-tol) && ~(nodes(i,2)<tol||nodes(i,2)>len-tol)
34         nodes(i,3)=len+d;
35     end
36 end
37 %%
38 figure
39 title("1")
40 plotmesh(nodes, elems)
41
42 %%
43 img = s2v(nodes, elems);
44 [no, el] = v2s(seg, 1, opt, 'cgalmesh');
```

(f) Última versión del código de mallado en iso2mesh, usando vol2surf, surf2vol y vol2surf nuevamente.

Resultados actuales



(g) Resultado del mallado con el método anterior.
Se destacan nodos en el borde que quedan con valores cercanos, pero no iguales.

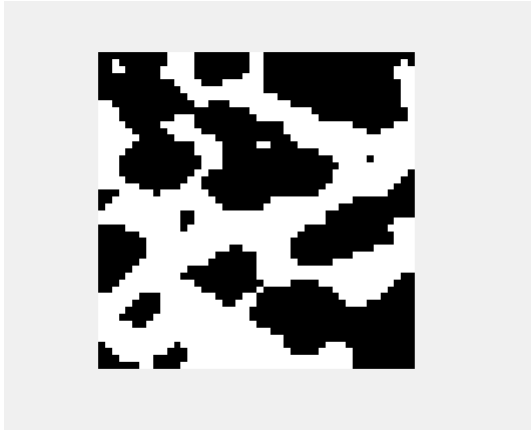
Uso de la malla para simulación en FEniCS

```
=====
=====
= BAD TERMINATION OF ONE OF YOUR APPLICATION
PROCESSES
= PID 259907 RUNNING AT n11
= EXIT CODE: 139
= CLEANING UP REMAINING PROCESSES
= YOU CAN IGNORE THE BELOW CLEANUP MESSAGES
=====
=====
YOUR APPLICATION TERMINATED WITH THE EXIT STRING:
Segmentation fault (signal 11)
This typically refers to a problem with your
application.
Please see the FAQ page for debugging suggestions
```

(h) Parte del log generado por FEniCS luego de un error al intentar simular el problema de perfusión en el clúster de Ingeniería.

Estrategia para aplanamiento de mallas

- Mallado y aplanamiento en CGAL
 - Problemas actuales con compilación de código en CGAL, instalación en WSL
 - Acceso a servidor paildad para instalación limpia de CGAL en Linux
- Alternativas para continuar con `iso2mesh`
 - Operaciones morfológicas sobre las caras de los bordes: closing, remoción de objetos pequeños, etc.
 - Manipulación directa de la segmentación en ITK-SNAP
 - Problemas de manipulación de la malla en los dos casos anteriores
 - Manipulación nodo a nodo en MeshLab



(i) Slice de la imagen binaria a modificar morfológicamente.

Condiciones fisiológicas de referencia

- Asma: dilatación de la imagen binaria, para simular inflamación de las vías aéreas
- Enfisema pulmonar: erosión de la imagen binaria, para simular rotura de las paredes alveolares. Menor valor del grosor medio de la barrera alvéolo-capilar, h^{b-a} .
- Edema: operaciones morfológicas, cambio de difusividad a través de la barrera alvéolo-capilar, d_X^{b-a} .
- Para todas las condiciones anteriores, búsqueda de parámetros en la bibliografía.