

Manual de usuario

Programa SCIRun

SCIRun V5.0

Link de descarga

<https://www.sci.utah.edu/cibc-software/scirun.html>

Breve explicación en idioma español del uso del programa
SCIRun para la implementación del toolkit “forward/problem”

Derechos Reservados: SCIRun es un entorno de resolución de
problemas desarrollado por el centro NIH para computación
Biomédica en Utah.

Ing. Andres Felipe Coral Flores
Joven investigador e innovador
Universidad Mariana Pasto/Colombia 2022

INTRODUCCION

SCIRun es un software de código abierto desarrollado por el centro NIH (centro de computación biomédica integrativa) en el instituto de computación e imágenes científicas (SCI) de la universidad de Utah, el cual por medio de entorno de programación científica permite diseñar, modificar y crear modelos de una manera interactiva puesto que usa un modelo de programación de flujo de datos. Así mismo también es posible cambiar los parámetros y condiciones de entorno de tal manera que logre una solución numérica precisa. Dentro de los módulos que ofrece SCIRun se encuentra el modulo “SCIRun ECG Forward/Inverse toolkit” el cual permite resolver los problemas directos e inversos de electrocardiografía.

La creación de esta breve guía en español va enfocada en resaltar algunos aspectos y/o características que no se detallan en la versión original presentada en la página oficial del programa SCIRun ya que pueden existir algunos errores al momento de la traducción y algunos cambios frente a la versión 5.0 actual del programa.

Contenido

Capítulo 1. Instalación	4
Capítulo 2. Visualización interfaz.....	5
1.1. Tablero.....	5
1.2. Selector de módulos	5
1.3. Crear, abrir y Guardar.....	5
1.4. Barra de inicio.....	5
1.5. Módulo de carga.....	5
Capítulo 3. EL problema directo.....	6
3.1 Método de Elementos Finitos(FEM).....	6
3.2 Método de Elementos de Frontera (BEM).....	6
Capítulo 4. Aplicación del método fem	7
4.1. Como cargar archivos de una base de datos	7
3.2 Asignación de Propiedades y Preparación de la Geometría.....	8
4.3 Computación.....	10
4.4 Visualización	11
Capítulo 5. Aplicación del método Bem	13
5.1. Como cargar archivos de una base de datos	13
5.2 Asignación de Propiedades y computación	13
5.3 Visualización	14
Capítulo 6. Referencias	16

Capítulo 1. Instalación

Para la descarga del programa se debe dirigir a la página web <https://www.sci.utah.edu/cibc-software/scirun.html> o en su defecto a la página oficial de SCIRun donde se encuentra lo siguiente:

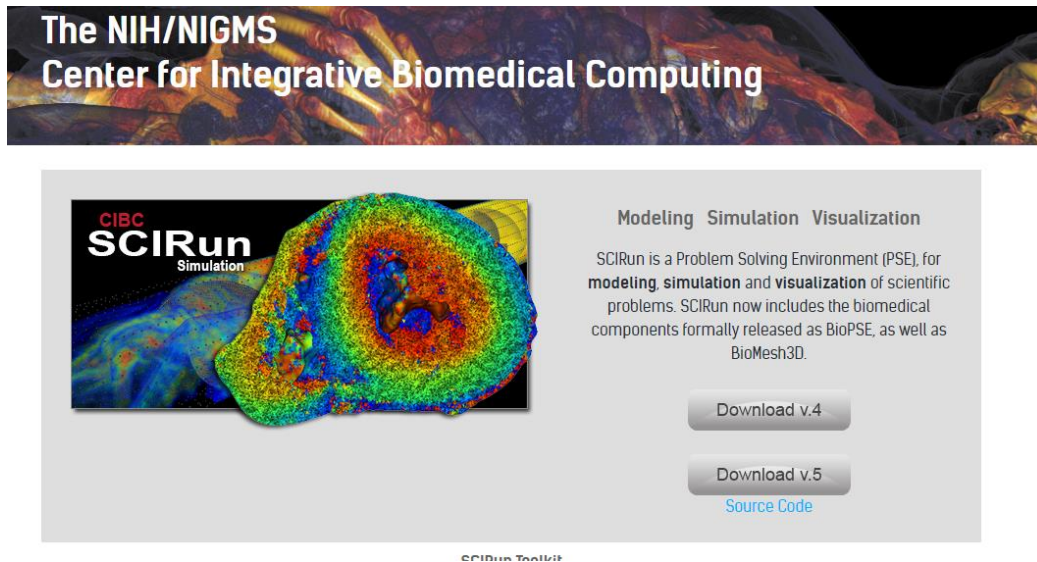


FIGURA 1. Página de descarga del programa SCIRun

Se deberá elegir la versión de preferencia en este caso se descargará la versión más actual v5.0, al dar click a la opción “Down load v.5” se abrirá un repositorio web, donde se debe buscar la opción de SCIRun para Windows.



FIGURA 2. Opciones macOS y Windows

Se debe descargar el archivo y posteriormente seguir las instrucciones de instalación, tales como aceptar los permisos, las condiciones de la licencia, la dirección de instalación. Etc. Una vez finalizada la instalación se puede empezar a utilizar el programa SCIRun.

Capítulo 2. Visualizacion interfaz

Al iniciar el programa aparecerá la siguiente ventana donde se encuentran las siguientes opciones.

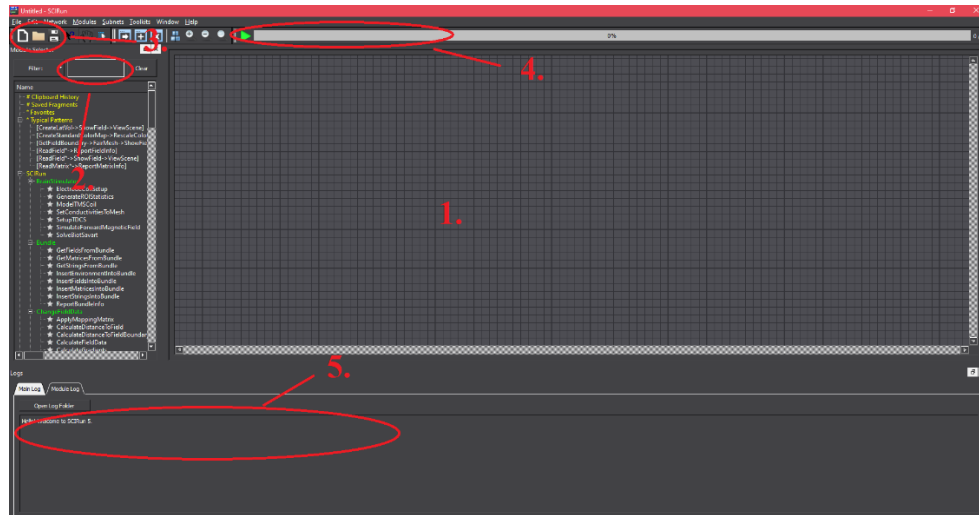


FIGURA 3. Ventana inicial programa SCIRun

1.1. Tablero

En esta parte es posible ubicar y arrastrar los modulo para realizar las conexiones y crear los modelos de análisis y visualizacion de la actividad cardiaca.

1.2. Selector de modulos

En esta parte se puede elegir los modulos que ofrece el programa SCIRun los cuales están divididos en secciones según su función, tambien es posible buscar el nombre del módulo en la sección “filter”.

1.3. Crear, abrir y Guardar

Por medio de estas opciones se puede crear un nuevo archivo, abrir un archivo guardado o guardar el modelo que se ha realizado.

1.4. Barra de inicio

Una vez creado el modelo con los datos de las geometrías y los potenciales del torso/corazon se inicia el proceso de análisis y visualizacion por medio de la barra de inicio.

1.5. Módulo de carga

En esta parte se puede visualizar los procesos realizados.

Capítulo 3. EL problema directo

El problema directo en electrocardiografía es aquel que permite modelar el comportamiento mecánico y eléctrico del corazón por medio de modelos de conducción de tal manera que se logre interpretar la propagación de onda desde las cavidades ventriculares hasta el límite del torso. Este modelo es representado de la siguiente manera

$$Y=AX$$

Ecuación 1. Problema directo

Donde X es la función de la posición de los tiempos de activación n en la superficie del corazón, Y es la función de posición de los tiempos de activación m de la superficie del torso y A es la matriz de transferencia que permite relacionar los potenciales del corazón(epicardio) con los potenciales superficiales del torso de n*m dimensiones para un tiempo determinado. Para la medición oportuna de la propagación eléctrica del corazón se debe registrar las diferentes mediciones en un periodo de tiempo por lo cual se debe considerar la matriz A en cada uno de los instantes de tiempo. En este tipo de mediciones la función Y tiende a ser mayor que la función X puesto que en el torso se obtienen mayores registros de actividad eléctrica del corazón, de lo contrario se generaría un sistema de ecuación con muchas indeterminaciones, este problema se puede solucionar en SCIRun por medio de dos métodos, el método de elementos finitos (FEM) o el método de contornos(BEM)

3.1 Método de Elementos Finitos(FEM)

Este método se basa en la discretización de volúmenes, parte de una geometría la cual se constituye de “una malla de pequeños elementos tridimensionales con sus respectivas conductividades” (Martín, 2015)

3.2 Método de Elementos de Frontera (BEM)

Este método se basa en la discretización de superficies, parte de una geometría la cual se constituye como “una colección de superficies que separan las diferentes regiones volumétricas según las diferentes conductividades, haciendo que estas superficies se discreticen en una malla(Martín, 2015)

Capítulo 4. Aplicación del método fem

4.1. Como cargar archivos de una base de datos

Se debe ingresar los diferentes archivos que contienen la segmentaciones y potenciales requeridos para la realización del método FEM, para la Segmentacion del volumen del torso y corazon asi como la geometría del corazon, estos archivos se encuentran en la base de datos “EDGAR” en la página oficial del CIBC.

Para cargar el archivo de la geometría del corazon y el torso se utiliza el modulo “ReadField” el cual permite ingresar y leer los archivos en diversos formatos como son Nrrd file, stl, obj, mat, SCIRun format, entre otros. Para el ingreso de los potenciales del corazon se utiliza el modulo “Read Matrix” el cual permite ingresar y leer los archivos en diversos formatos como son Matlab matrix.mat, ECG Sim file, Simpletext, entre otros; Una de las ventajas que provee SCIRun es su conexión con Matlab permitiendo importar archivos en formato .mat, para ello hay que elegir la extensión correcta ya que existe un tipo de formato llamado SCI Run .mat el cual aunque contiene la extensión del software Matlab genera un error al momento de cargar archivos provenientes de dicho software.

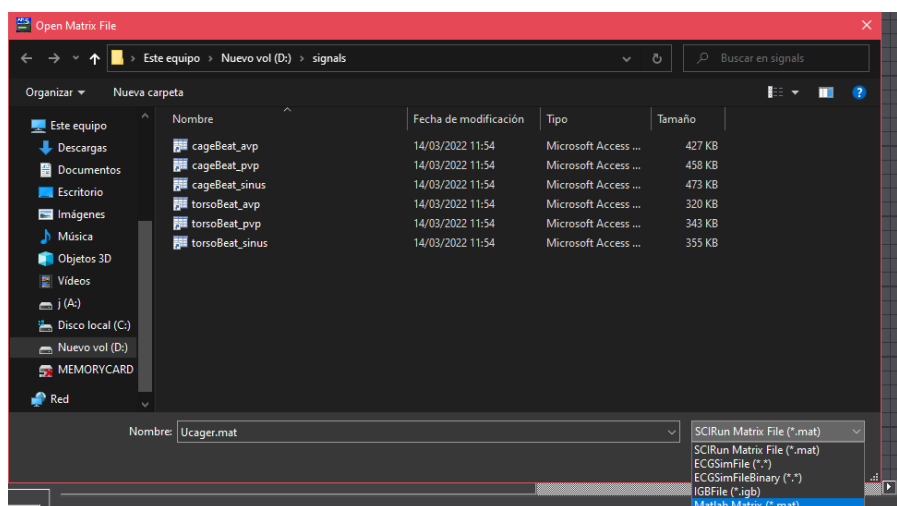


FIGURA 4. Cargar el archivo formato. Mat

Inicialmente se debe buscar cada módulo en la parte de “selector modulos” cada módulo que permite el ingreso de archivos tiene una opción que permite elegir la ruta y el archivo de la base de datos, tambien un icono de exclamación que permite ver el estado del módulo y un icono de exclamación que abre una ventana con la información detallada del módulo en la página oficial de SCIRun

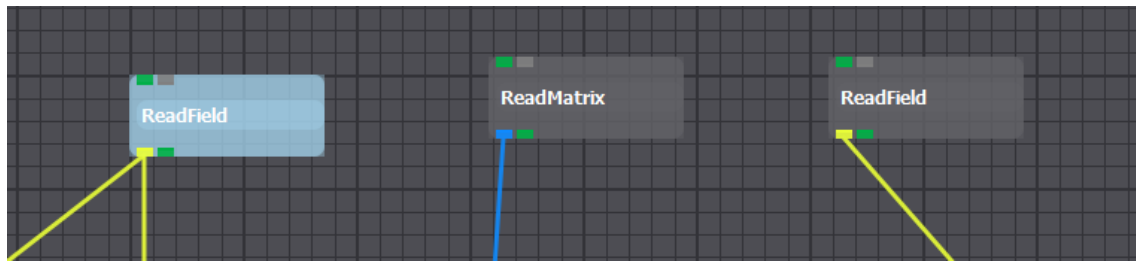


FIGURA 5. Módulo “Read Field” y “Read Matrix”

3.2 Asignación de Propiedades y Preparación de la Geometría

Antes de solucionar el modelo por medio del método FEM es necesario asignar ciertas propiedades y realizar ciertas modificaciones necesarias, el procedimiento es el siguiente

Del módulo “ReadFile” donde se insertó la segmentación torso/corazón se redirige la línea amarilla o “tubería” hacia el modulo “CreatelatVol” el cual reajusta la resolución y dimensiones de la malla utilizada en los ejes x, y, z así como la utilización de los nodos celdas. posteriormente se encuentra el modulo “MapFieldDataOntoElements” el cual recibe la información del módulo “ReadFile” y el modulo “CreatelatVol” y es por el cual se asignan los datos de una malla a otra. La línea amarilla proveniente del módulo “MapFieldDataOntoElements” se dirige al módulo “ClipFieldByfunction”, este módulo permite eliminar el elemento “aire” de la malla por medio del parámetro Data>0. Del módulo “MapFieldDataOntoElements” tambien se dirige la línea amarilla hacia el modulo “GetDomainBoundary” el cual permite delimitar tanto el limite exterior como el limite interior de la malla necesario para la Discretización del volumen en el método FEM.

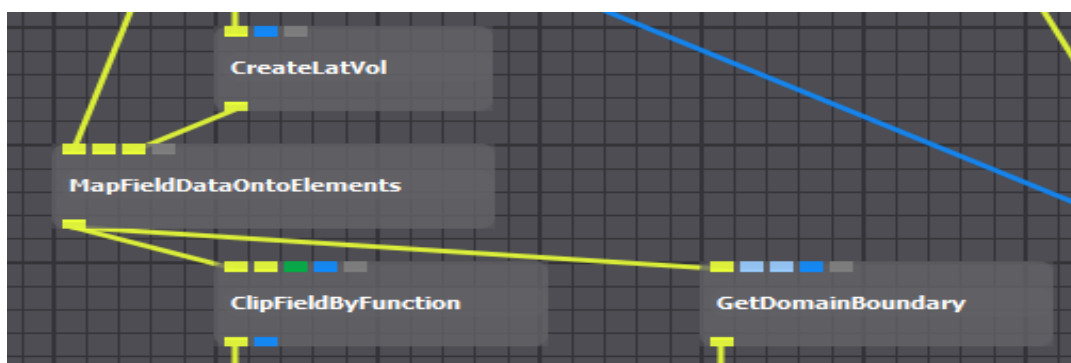


FIGURA 6 Módulos “CreatelatVol”, “MapFieldDataOntoElements”, ClipFieldByfunction”, y “GetDomainBoundary”

La línea amarilla del módulo “ClipFieldByfunction” se dirige hacia otro modulo “ClipFieldByfunction” el cual es el encargado de eliminar el elemento “corazón” de la malla por medio del parámetro $Data!=10$, del módulo “GetDomainBoundary” se dirige la línea amarilla hacia el módulo “ConvertFieldBasis” este permite convertir los atributos de los datos de entrada ya sea lineal o constante; Posteriormente la línea amarilla se dirige al módulo “MapFieldDataFromSourceToDestination” el cual es el encargado de interpolar los datos del corazón en el torso.

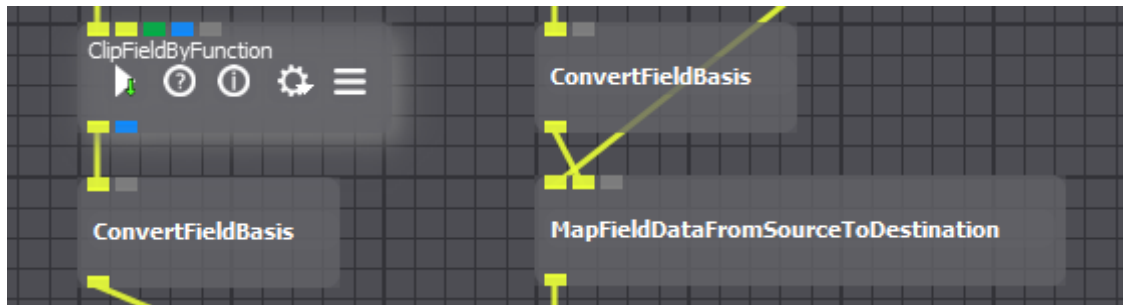


FIGURA 7 Modulo “ClipFieldByfunction”, “ConvertFieldBasis” y “MapFieldDataFromSourceToDestination”.

Para que el módulo “MapFieldDataFromSourceToDestination” logre interpolar los datos del corazón en el torso es necesario ingresar la geometría del corazón por medio del módulo “SetFieldData” el cual tambien permite establecer la ubicación de las entradas de la matriz que contiene dicha geometría; tambien se debe ingresar los potenciales del corazón, pero ya que estos son tomados en un periodo de tiempo se debe usar el módulo “GetMatrixSlice” el cual permite determinar el instante de tiempo que sea requerido

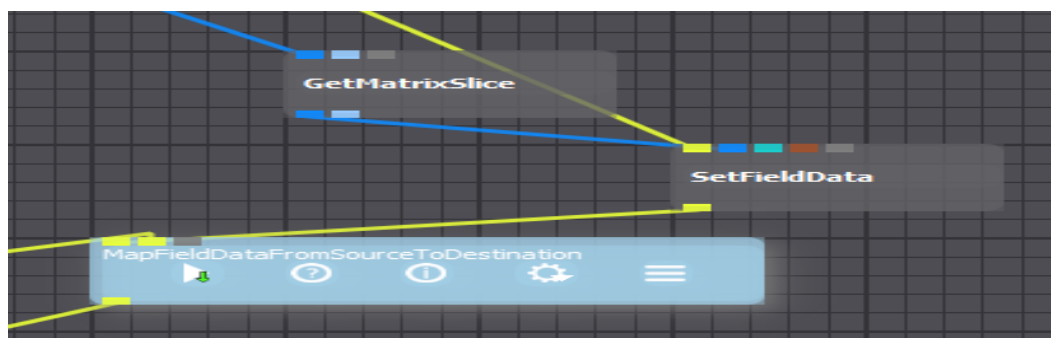


FIGURA 8 modulos “SetFieldData” y “GetMatrixSlice”

La línea del módulo “MapFieldDataFromSourceToDestination” se dirige a otro módulo de “ConvertFieldBasis” y esta a su vez a otro módulo de “MapFieldDataFromSourceToDestination” el cual une los datos interpolados del corazón en el torso, finalmente la línea se dirige al módulo “GetFieldData” el cual cambia los datos para lograr el proceso de computación.

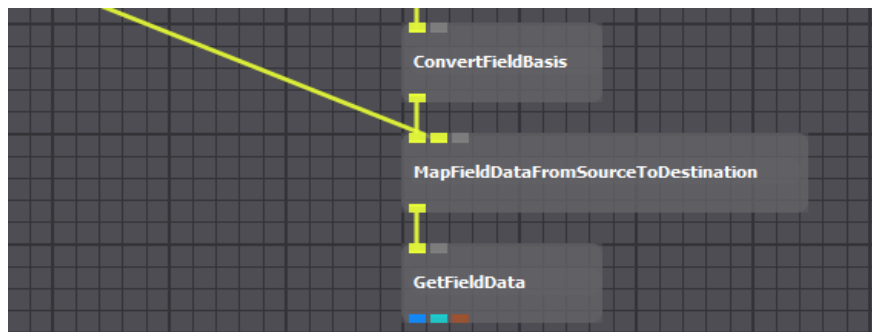


FIGURA 9 modulo “ConvertFieldBasis” y “GetFieldData”

4.3 Computación

Una vez realizados los ajustes necesarios se procede a resolver el problema directo por medio del método FEM de la siguiente manera.

Se utiliza el módulo “BuildFEMatrix” el cual es el encargado de generar la Matrix de transferencia A, este módulo obtiene los datos del segundo “ClipFieldByfunction” que contiene el volumen del torso sin los elementos “aire” y “corazón” pero tambien es necesario asignar ciertas variables de conductividad por medio del módulo “Create Matrix”, aquí se asignan variables como la sangre, los músculos, el aire, los ventrículos, las arterias entre otros. Posteriormente esta matriz A se introduce al módulo “AddKnowsToLinearSystem” el cual es el que soluciona el problema directo $Y=AX$, para terminar esta etapa de computación se debe ingresar la función resultante Y al módulo “SolveLinearSystem” el cual permite calcular diversas soluciones posibles del problema directo hacia adelante.

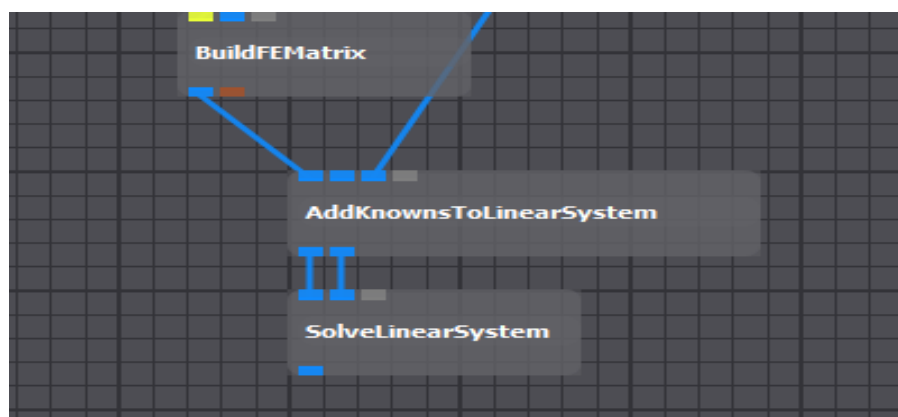


FIGURA 10. modulos “BuildFEMatrix”, “AddKnowsToLinearSystem” y “SolveLinearSystem”

4.4 Visualización

Una de las opciones más interesantes que posee SCIRun es la posibilidad de visualizar los resultados, el proceso para realizar la visualización es la siguiente.

EL módulo “SetFieldData” recibe los datos del segundo “ClipFieldByfunction” que contiene el volumen del torso sin los elementos “aire” y “corazón” y los datos del módulo “SolveLinearSystem”, la función principal de este módulo es establecer y mapear las soluciones encontradas en la geometría del torso, siguiendo con este proceso se ingresa al módulo “GetFieldBoundary” el cual se encarga de extraer la superficie del torso con la solución encontrada, esta geometría se dirige hacia el módulo “SplitFieldByConnectedRegion” que es utilizado para separar las pequeñas mallas resultantes que no están conectadas a la malla principal, se puede realizar un suavizado a la malla del torso por medio del módulo “FairMesh” finalmente se ingresa la geometría resultante a los módulos principales de visualización.

El primer módulo es el “CreateStandarColorMap” el cual crea un mapeo estándar de colores con el fin de presentar los diferentes cambios de potenciales de la geometría del torso, se une el mapeo de colores con la geometría por medio del módulo “RescaleColorMap” para luego ser visualizados de manera numérica; La malla suavizada se ingresa al módulo “Show Field” el cual permite visualizar los cambios de potencial en el torso de manera gráfica así como los nodos y las celdas de la geometría.

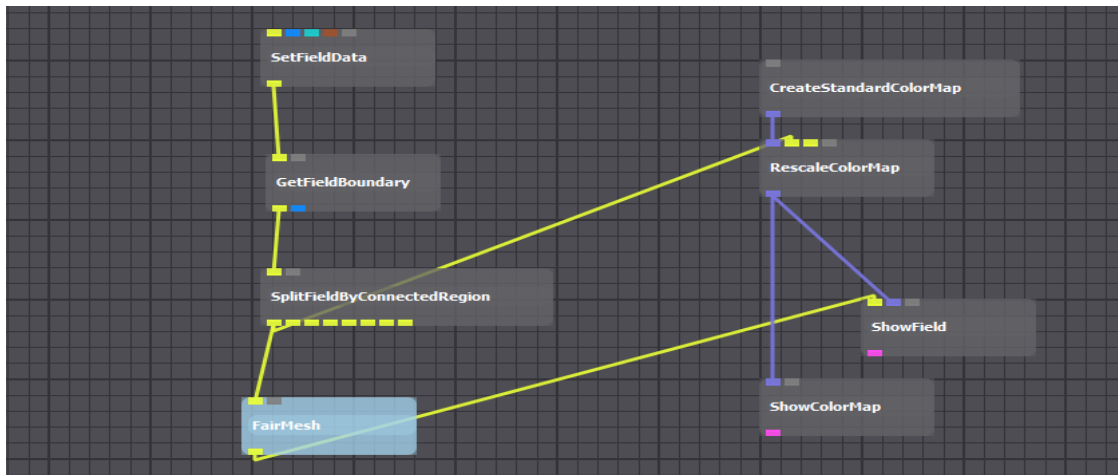


Figura 11 módulos de visualización Torso

Para visualizar los cambios de potenciales en el corazon inicialmente como en el torso se crea el módulo “CreateStandarColorMap” el cual crea un mapeo estándar de colores con el fin de presentar los diferentes cambios de potenciales, se utiliza el módulo “RescaleColorMap” para unir el mapeo de colores con los datos módulo “SetFieldData” que tiene la geometría del corazón, de este mismo “SetFieldData” se ingresa la geometría del corazon al módulo “Show Field” el para visualizar los cambios de potencial en el corazon de manera gráfica así como los nodos y las celdas de la geometría.

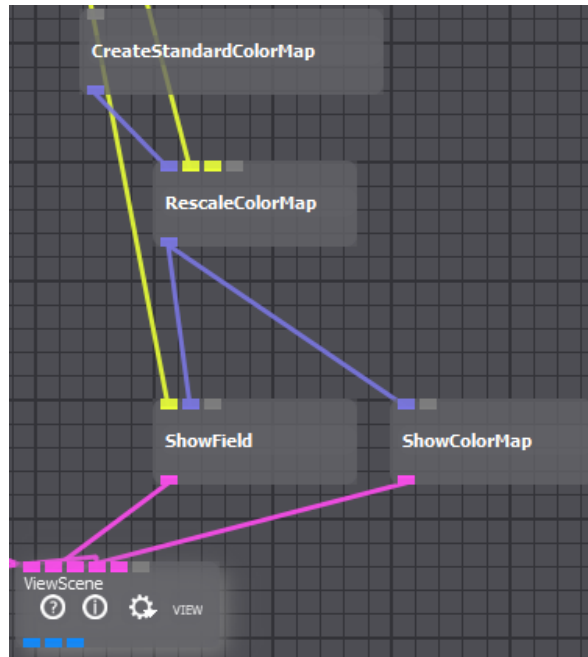


Figura 12 visualización corazón

Finalmente se ingresan todos los Modulos “Show Field” y los modulos “showcolorMap” hacia el modulo “ViewScene” el cual permite ver las geometrías del torso y corazon asi como sus respectivos mapas de color, el resultado final es el siguiente.

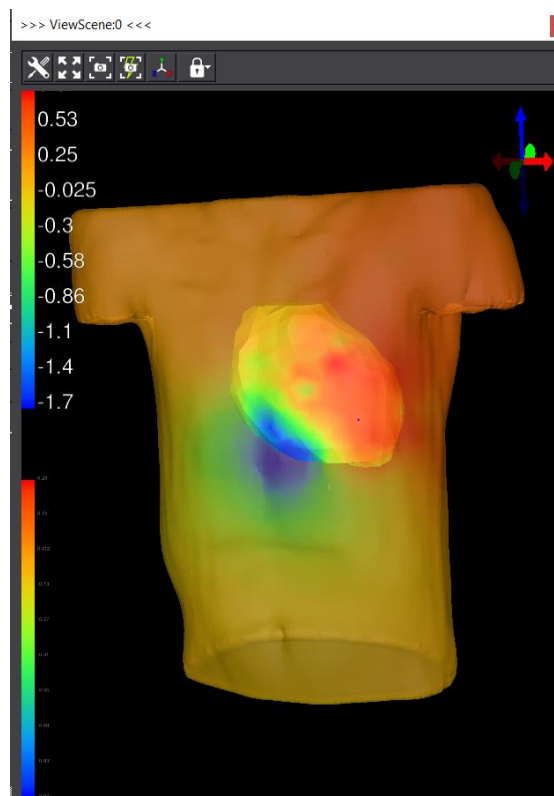


Figura 13. Modulo "ViewScene" FEM

Capítulo 5. Aplicación del método Bem

5.1. Como cargar archivos de una base de datos

Se debe ingresar los diferentes archivos que contienen la segmentaciones y potenciales requeridos para la realización del método BEM, para la Segmentacion del volumen del torso y corazon asi como la geometría del corazon, estos archivos se encuentran en la base de datos “EDGAR” en la página oficial del CIBC.

Para cargar el archivo de la geometría del corazon y el torso se utiliza el modulo “ReadField” el cual permite ingresar y leer los archivos en diversos formatos como son Nrrd file, stl, obj, mat, SCIRun format, entre otros. Para el ingreso de los potenciales del corazon se utiliza el modulo “Read Matrix” el cual permite ingresar y leer los archivos en diversos formatos como son Matlab matrix.mat, ECG Sim file, Simpletext, entre otros; Una de las ventajas que provee SCIRun es su conexión con Matlab permitiendo importar archivos en formato .mat, para ello hay que elegir la extensión correcta ya que existe un tipo de formato llamado SCI Run .mat el cual aunque contiene la extensión del software Matlab genera un error al momento de cargar archivos provenientes de dicho software.



FIGURA 14 Modulo “Read Field” y “Read Matrix”

5.2 Asignación de Propiedades y computación

Se ingresa la geometría del corazón al módulo “EditMeshBoundingBox” el cual permite editar la malla de la geometría entrante para que cumpla con las condiciones del módulo “BuildBEMatrix” para su adecuada visualización. A el módulo “BuildBEMatrix” tambien entra la geometría del torso, una vez se obtiene la Matrix de trasferencia A se introduce al módulo “AddKnowsToLinearSystem” el cual es el que soluciona el problema directo $Y=AX$, la geometría del corazon se une con los potenciales del corazon se unen por medio del módulo “SwapFieldDataWithMatrixEntries” pero ya que estos son tomados en un periodo de tiempo se debe usar el módulo “GetMatrixSlice” el cual permite determinar el instante de tiempo que sea requerido.

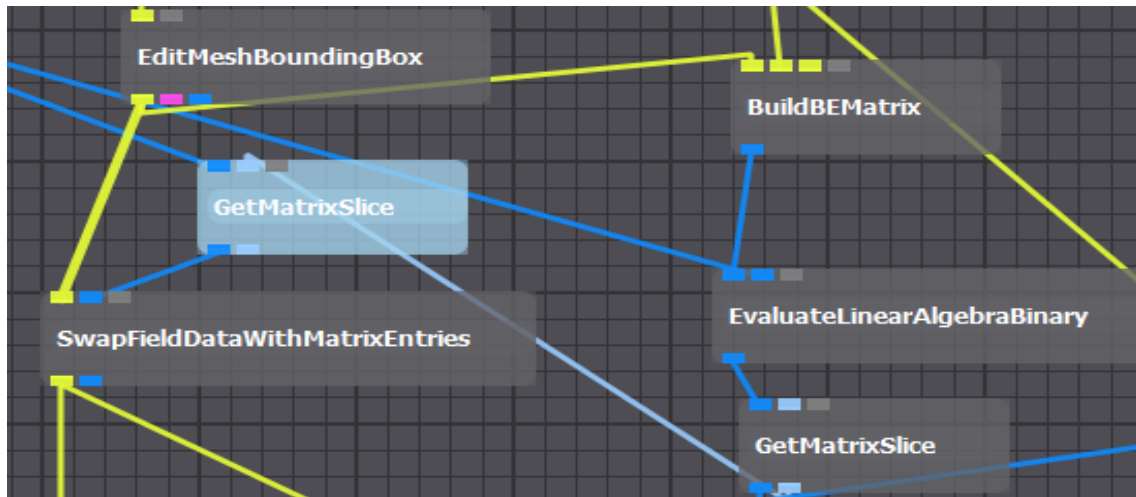


Figura 15 módulos “EditMeshBoundingBox”, “BuildBEMatrix”, “AddKnowsToLinearSystem” y “SwapFieldDataWithMatrixEntries”

5.3 Visualización

se crea el módulo “CreateStandarColorMap” el cual crea un mapeo estándar de colores con el fin de presentar los diferentes cambios de potenciales, los datos del módulo “SwapFieldDataWithMatrixEntries” se ingresan a el módulo “RescaleColorMap” para unir el mapeo de colores con los datos de la geometría con los potenciales del corazón, los datos se ingresan al módulo “Show Field” el para visualizar los cambios de potencial en el corazón de manera gráfica así como los nodos y las celdas de la geometría.

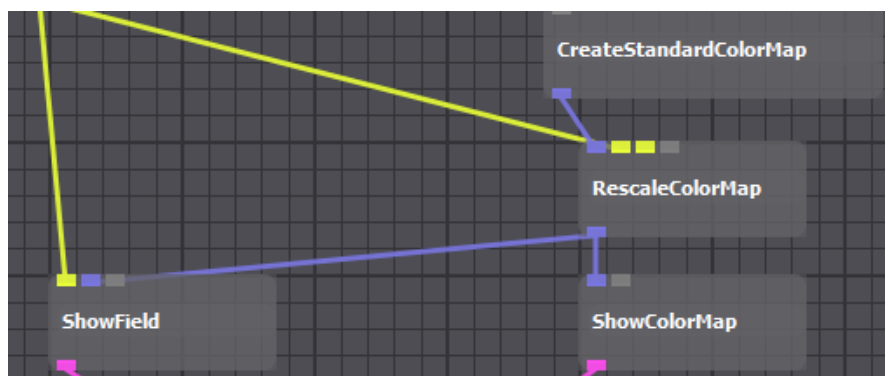


FIGURA 16 visualización corazón

Se une la matriz de transformación A con los potenciales del torso, pero ya que la matriz A tiene determinados periodos de tiempo se debe usar el módulo “GetMatrixSlice” el cual permite ubicar el instante de tiempo que sea requerido. se crea el módulo “CreateStandarColorMap” el cual crea un mapeo estándar de colores con el fin de presentar los diferentes cambios de potenciales, los datos del módulo “SwapFieldDataWithMatrixEntries” se ingresan a el módulo “RescaleColorMap” para unir el mapeo de colores con los datos de la geometría con los potenciales del torso, los datos se ingresan al módulo “Show Field” el para visualizar los cambios de potencial en el torso de manera gráfica así como los nodos y las celdas de la geometría.

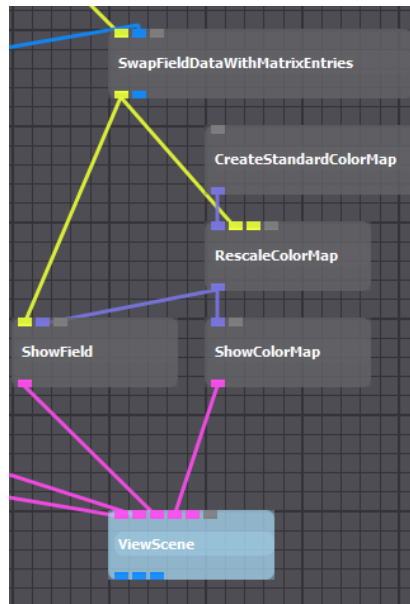


Figura 17. visualización torso

Finalmente se ingresan todos los Modulos “Show Field” y los modulos “showcolorMap” hacia el modulo “ViewScene” el cual permite ver las geometrías del torso y corazon asi como sus respectivos mapas de color, el resultado final es el siguiente.

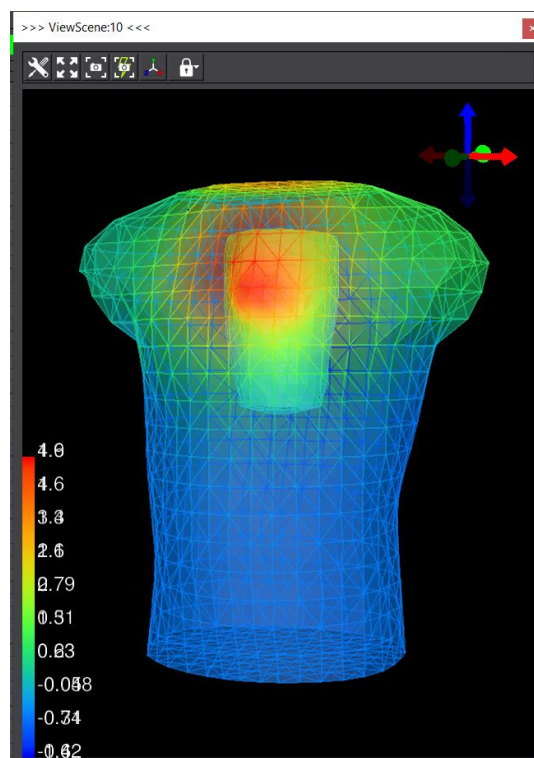


Figura 18. módulo ViewScene BEM

Capítulo 6. Referencias

- SCIRun Toolkit “forward/inverse problem”
- SCIRun User guide
- CIBC
- Martín, P. M. B. (2015). Utilización de la plataforma SCIRun para la resolución del problema inverso en electrocardiografía.