

Manual de uso

Use Manual

La intención de este documento es mostrar, en líneas generales, las acciones necesarias para configurar, entrenar y visualizar correctamente el *Switching Mesostate Space Model* (SMSM) usando la Extensión SMSM para EEGLAB. Una descripción detallada de cada función incluida con esta herramienta puede consultarse directamente desde la consola de Matlab con el comando `help <nombre_función>`.

El uso de la extensión requiere de la existencia de al menos un *dataset* en EEGLAB, el que debe contener la información proveniente de los sensores (en la estructura del *dataset*, estos datos se almacenan en el campo `EEG.data`). Esta información puede ser preprocesada en EEGLAB – por ejemplo, con la detección y extracción de eventos (*epoch*) y la remoción de la línea de base. En la versión actual de la extensión, el uso de componentes (ICA) no está soportado. Opcionalmente, el *dataset* puede contener la ubicación de los sensores (*channel location*); si esta información está disponible, algunos de los parámetros de entrada del modelo pueden ser calculados mediante la extensión en lugar de ser requeridos ya calculados.

El flujo de ejecución de la extensión es bastante lineal. Solo la primera ventana, la de configuración del modelo, posee distintas versiones y, en todo caso, la que es desplegada se determina a nivel de código, en base a la información disponible (en particular, depende de la presencia de la ubicación de los sensores en el *dataset*).

El primer paso para utilizar la extensión es generar y/o proveer los parámetros de entrada del modelo. Para ello, hay que ir al menú *Edit*, submenú *SMSM*, opción *Model settings*.

The purpose of this document is to show a general overview of the actions required to successfully set up, train and visualize the Switching Mesostate Space Model (SMSM) through the SMSM Extension for EEGLAB. A detailed description of each function that comprises this extension can be seen directly from the Matlab console with the following command: `help <function name>`.

At least one dataset must be loaded into EEGLAB before using this extension. This dataset must contain sensor data (stored within the dataset structure in the `EEG.data` field). This data might be preprocessed with EEGLAB – for example, epochs can be detected and extracted, and the baseline may be removed. The current version of this extension does not support the use of components as generated by the ICA decomposition algorithm(s) included with EEGLAB. The dataset may optionally include channel location information – if this information is present, some of the SMSM configuration inputs may be computed through the extension instead of being provided already computed.

The execution flow of the extension is fairly linear. Only the first GUI screen (for model setup) exists in more than one version, although which one is used is procedurally determined based on which information is present within the dataset (specifically, if channel location information is available).

*The first step of using this extension is to generate and/or provide the model configuration parameters. For this, go to **Edit > SMSM > Model settings**.*

Desde la ventana que se despliega se pueden configurar los siguientes parámetros:

- El **modelo de superficie cortical** a utilizar. Esta superficie determina la cantidad y posición de los dipolos que utilizará el modelo como potenciales fuentes de actividad eléctrica cerebral.
- La **matriz de ganancia (leadfield)** que relaciona los dipolos con los sensores del EEG.
- La **estimación inicial** de actividad de los dipolos.
- Los datos a ser utilizados como **ruido puro** de la señal medida.
- El **tratamiento de los distintos eventos** presentes en los datos de los sensores, si es que estos fueron detectados y extraídos mediante EEGLAB.

Todos estos parámetros están detallados en la documentación de la extensión (`help smsm_settings`).

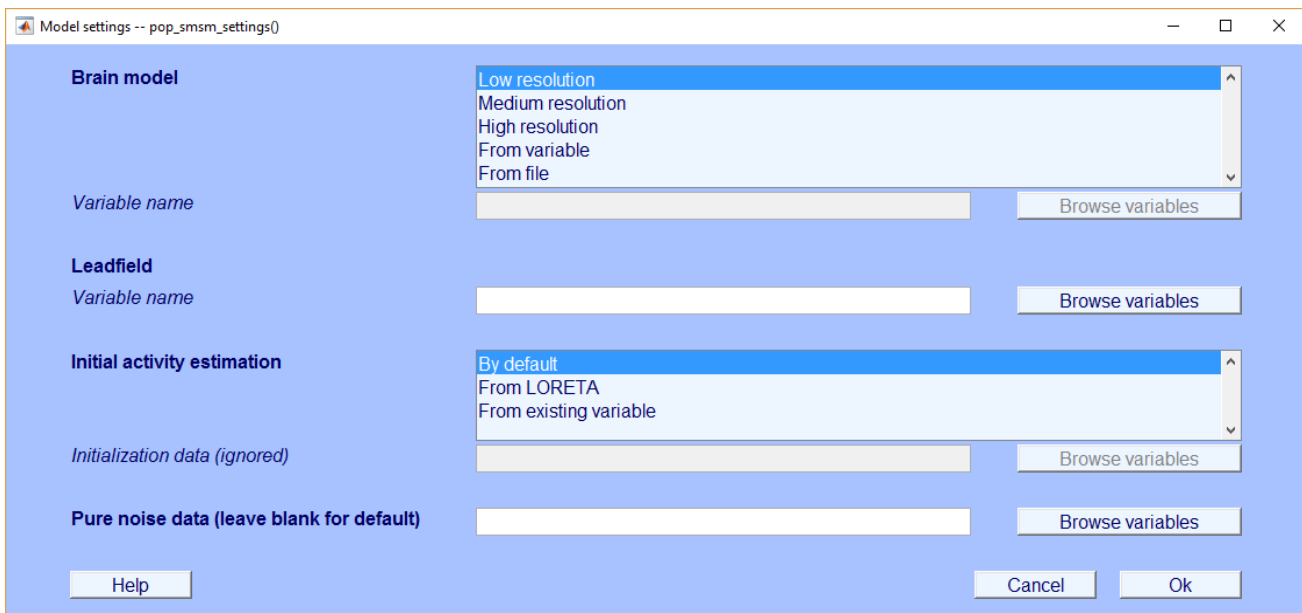
Si no existe información sobre la ubicación de los sensores en el *dataset*, la ventana se verá de esta forma:

From the screen that shows up the following parameters can be set:

- The **brain surface model** to be used. This surface defines the amount and position of the dipoles that will be considered by the model as potential sources for the brain electrical activity.
- The **gain matrix (leadfield)** that relates the dipoles to the EEG sensors.
- The **initial dipole activity estimation**.
- The measured signal **pure-noise data**.
- The **way that different epochs will be treated**, if they were extracted from the sensor data with EEGLAB.

All these parameters are detailed in the extension documentation (see `help smsm_settings`).

If no channel location information is available within the dataset, the screen will look as follows:



Para la superficie cerebral existen 5 opciones:

- 3 modelos incluidos con la extensión, los cuales definen superficies con 555, 5656 y 13983 dipolos (llamados, respectivamente, de baja, media y alta resolución).
- Cargar la superficie desde una variable existente en el espacio de trabajo de Matlab.
- Cargar la superficie desde un archivo.

En esta versión de la ventana de configuración, el *leadfield* solo puede ser leído desde una variable ya existente.

Para la estimación inicial de actividad eléctrica, existen tres opciones:

- Generar una estimación por defecto, a partir de la información contenida en el *dataset* y el *leadfield*.
- Generar una estimación con el método incluido en la herramienta *Low Resolution Electromagnetic Topography* (LORETA), el cual requiere de un operador laplaciano que puede:
 - Ser entregado ya calculado.
 - Generado con una función incluida con la extensión.
 - Generado con una función provista por el usuario.
- Entregar una estimación ya calculada.

Los datos que determinan el “ruido puro” asociado a la señal medida pueden ser:

- Generados por defecto por la extensión.
- Entregados ya calculados, almacenados en una variable existente en el espacio de trabajo de Matlab.
- Calculados mediante una función indicada por el usuario.

La alternativa seleccionada dependerá de lo que el usuario indique como entrada en el campo respectivo.

There are 5 available options for the brain surface:

- *3 models bundled with the extension; labelled as “low”, “medium” or “high” resolution, these models define 555, 5656 and 13987 dipoles, respectively.*
- *Load the surface data from a variable within the Matlab workspace.*
- *Load the surface data from a file.*

This version of the settings screen only supports reading the leadfield from a variable already set.

Three options are available to set up the initial activity estimation:

- *Compute a default estimation using the sensor data and the leadfield.*
- *Compute an estimation using the method defined for the Low Resolution Electromagnetic Topography (LORETA) toolkit. This method requires an additional input, a Laplacian operator, that may be:*
 - *Provided by the user.*
 - *Generated with a bundled function.*
 - *Generated with a user-provided function.*
- *Provided by the user.*

The pure-noise data may be

- *Generated by default.*
- *Provided by the user.*
- *Generated with a user-provided function.*

The selected alternative will be determined by the user input into the respective interface control.

Finalmente, si existe más de un evento en los datos de los sensores, el modelo puede tratarlos de dos formas:

- Considerarlos como un único evento, para lo cual utiliza el promedio de las señales medidas para cada evento.
- Utilizarlos por separado.

Por defecto, los eventos son promediados. Si existe más de un evento definido en el *dataset*, en la ventana aparecerá una casilla de verificación para seleccionar la opción a utilizar. En la imagen anterior, por ejemplo, esta casilla no es mostrada, mientras que en la siguiente sí está visible.

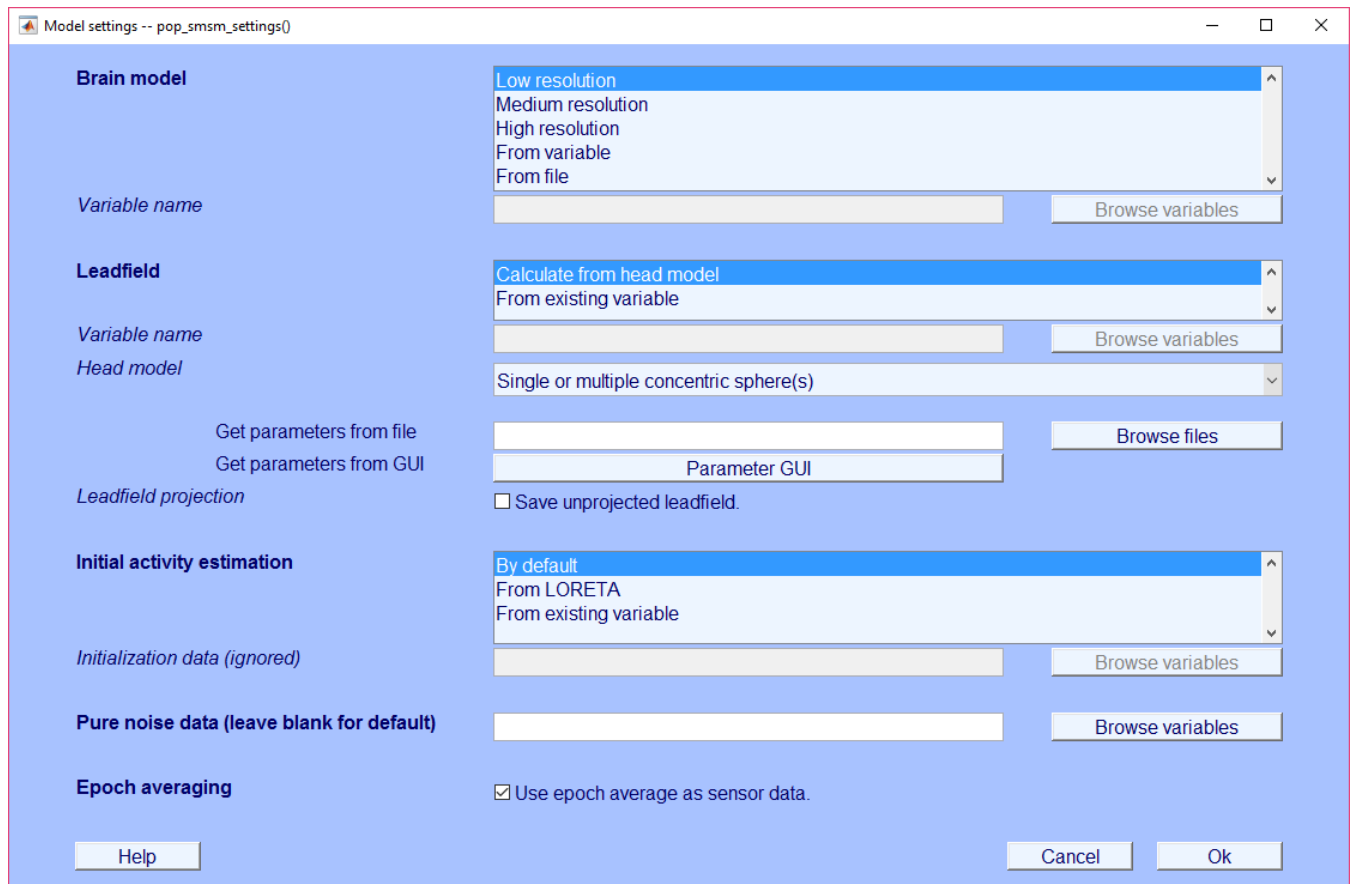
Si la información de la ubicación de los sensores está disponible dentro del *dataset*, la funcionalidad para calcular el *leadfield* se activará y la ventana de configuración se verá como sigue:

Finally, if the sensor data contains more than one epoch, the model may use them in one of two ways:

- *As a single epoch defined by the average of each epoch sensor data.*
- *As separate epochs.*

Epochs are averaged by default. If more than one epoch exists within the dataset, a checkbox that allows the user to choose which method to use will be visible. For example, while the previous image does not show this checkbox, the following figure does.

If the dataset contains channel location data, the option to compute the leadfield will be available and the settings screen will look as follows:



Además de las opciones ya descritas, aparece la alternativa de calcular el *leadfield* a partir del modelo de superficie cerebral y el **modelo de cabeza** que seleccione el usuario. El cálculo del *leadfield* se implementa en base a la herramienta FieldTrip. En la versión actual de la extensión, solo el modelo de esferas concéntricas está soportado.

La configuración del modelo de cabeza puede ser:

- Leída desde un archivo.
- Ingresada por el usuario mediante la interfaz gráfica.

La implementación del SMSM utiliza el *leadfield* proyectado sobre los vectores normales de la superficie cerebral que surgen desde cada dipolo, mientras que FieldTrip entrega el *leadfield* calculado para cada vector unitario del sistema coordinado (ejes X, Y, Z). El usuario puede indicar si desea que el modelo almacene en memoria una copia del *leadfield* no proyectado.

Una vez que el usuario termina con la configuración y presiona “Ok”, la extensión procederá con los procesamientos respectivos. Si esta tarea termina correctamente, se puede proceder al entrenamiento del modelo. Para esto, hay que ir al menú *Edit*, submenú *SMSM*, opción *Model training*. Esto desplegará la siguiente ventana:

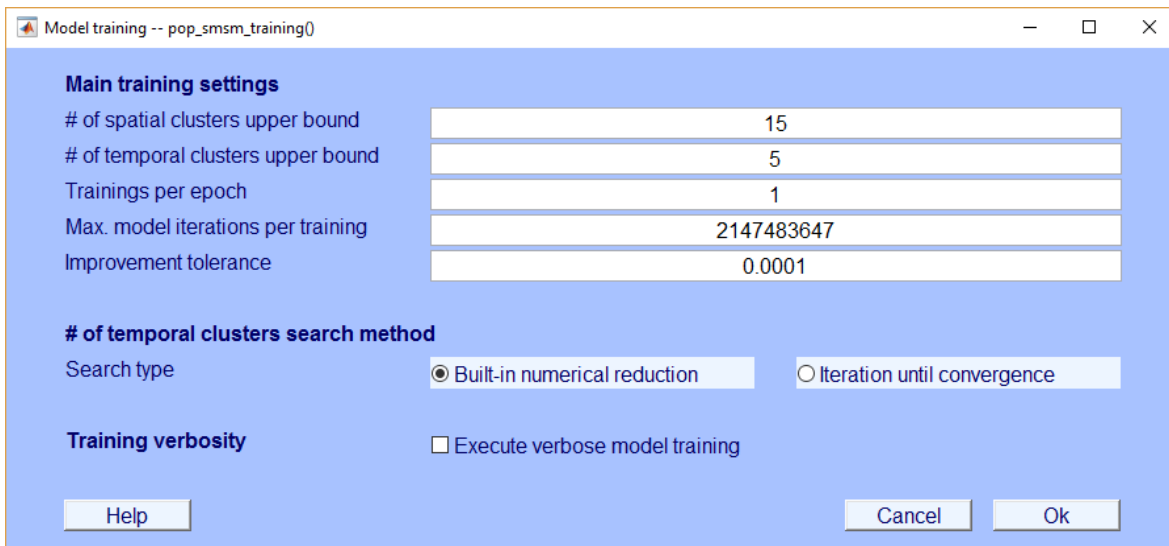
*In addition to the options already described, leadfield calculation from the brain surface and a **head model** is enabled. This leadfield computation is based on FieldTrip. Only the concentric spheres head model type is currently supported.*

The head model settings may be:

- *Read from a file.*
- *Provided by the user through the GUI.*

The SMSM implementation uses a leadfield projected over the surface normal vectors that originate from each dipole defined by the brain surface, while FieldTrip calculates a leadfield with components for each spatial axis (X, Y and Z). The user may choose to keep a copy of the unprojected leadfield in memory.

*Once the user exists this screen by pressing “Ok”, the extension will perform some data processing. If this process ends successfully the model may be trained. To do this, go to **Edit > SMSM > Model training** to open the following screen:*



Desde esta pantalla se pueden configurar algunas características del entrenamiento del modelo. El significado de cada parámetro está detallado en la documentación de la extensión (help smsm_training).

Una vez que termina el entrenamiento, los datos obtenidos de este proceso pueden ser visualizados mediante dos opciones, disponibles en el menú *Edit*, submenú *SMSM*, submenú *Visualization*:

- Las características del agrupamiento espacial y temporal definido por el modelo se pueden revisar mediante la opción *Spatial and temporal clustering* (primera imagen a continuación).
- La estimación final de la actividad eléctrica cerebral y una gráfica de la conectividad entre los grupos espaciales puede revisarse con la opción *Mesource activity and connectivity* (segunda imagen a continuación).

Some training options may be set in this screen. The specific details of these options are described in the extension documentation (see help smsm_training).

Once training ends successfully, the data obtained by the model may be visualized through two views provided by the extension (found in Edit > SMSM > Visualization):

- *Spatial and temporal clustering may be seen with the **Spatial and temporal clustering** view (first image below).*
- *The final estimation for dipole activity and a graphic representation of spatial clusters connectivity may be seen with the **Mesource activity and connectivity** view (second image below).*

