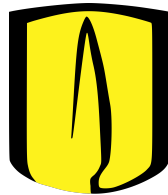


Manual de uso para la aplicación de procesamiento de datos de GPR



Universidad de los Andes
Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Roberto Bustamante Miller
Gabriel Andrés Pérez González

Octubre 2021

Índice

1. Introducción	2
2. Prerrequisitos para el funcionamiento	2
2.1. Instalación de dependencias	2
3. Ejecución del programa	3
4. Procesamiento de los datos	4
4.1. Selección de las mediciones del GPR en frecuencia	4
4.2. Selección de las mediciones del GPR en tiempo	5
4.3. Obtención de los datos en el dominio del tiempo	5
4.4. Ejecución de la remoción de fondo	6
4.5. Ejecución de la sustracción de fondo	6
4.6. Ejecución de la migración de Kirchhoff	7
5. Visualización de las mediciones	7
5.1. A-Scan	7
5.2. B-Scan	9
5.3. C-Scan	9

1. Introducción

El programa “APP-Procesamiento” consiste en una interfaz gráfica con distintas funciones que gestionan el procesamiento y graficado de un conjunto de mediciones hechas con los GPR del proyecto Desminado Humanitario. El presente documento expone una guía de usuario para el programa gestor de procesamiento y graficado de las mediciones hechas con el GPR donde se podrán encontrar los requisitos, el proceso de instalación y ejecución del programa, así como los prerrequisitos, parámetros, entradas y salidas de las distintas funciones implementadas en dicho programa.

El código fuente de la aplicación en cuestión se encuentra en el repositorio del proyecto [1] ubicado en la carpeta `/APP-Procesamiento/`.

2. Prerrequisitos para el funcionamiento

El programa fue desarrollado en Python 3 con sistema operativo Windows. Sin embargo, con sistema operativos GNU/Linux o Windows puede funcionar correctamente la aplicación. Para el funcionamiento del programa, se requiere instalar las siguientes dependencias y programas.

- Python 3.7 o más reciente
- pip → Gestor de paquetes Python
- PyQt5 → Paquete para el diseño de interfaces gráficas.
- numpy → Paquete de manejo de arreglos y matrices en Python.
- pandas → Paquete para el manejo de archivos `.csv`.
- matplotlib → Paquete para la generación y visualización de gráficos a partir de listas o arreglos.
- h5py → Paquete para el uso de archivos en formato HDF5.
- tkinter → Paquete con funciones gráficas para la búsqueda y selección de archivos o carpetas.
- mayavi → Paquete científico de visualización de datos.

2.1. Instalación de dependencias.

Los paquetes anteriores se recomienda instalarlos con el gestor `pip`. Al haber descargado el repositorio del proyecto [1], se puede instalar los paquetes situados en la carpeta descargada con el siguiente comando:

```
pip install -r requirements.txt
```

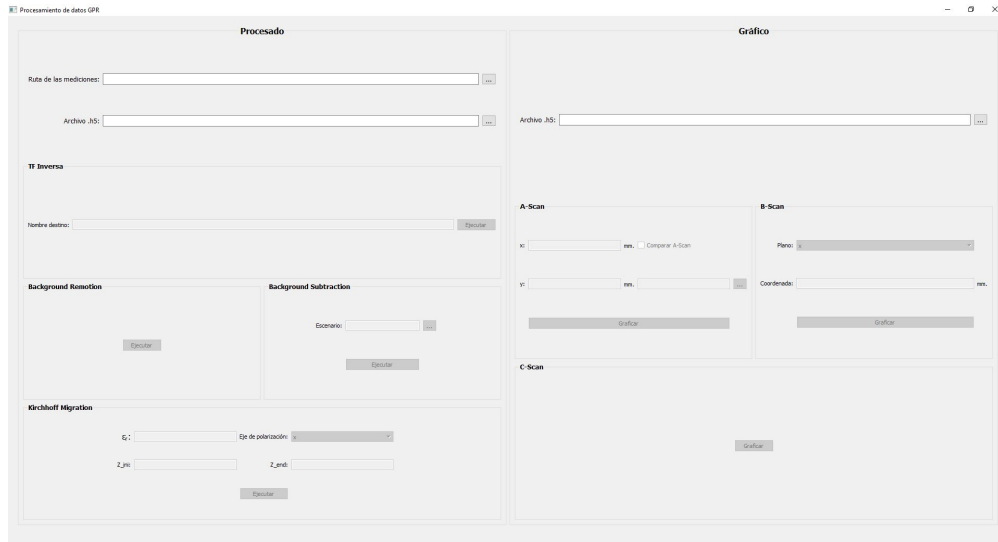


Figura 1: Interfaz gráfica del programa al abrirlo.

Este proceso tomará un tiempo y podrá pedir confirmación, a lo cuál el usuario deberá autorizar. Adicionalmente, cabe recalcar que si ya se hizo este proceso de instalación, como fue indicado en otros documentos del proyecto, como [2] o [3] no es necesario volver a ejecutarlo.

De este modo, estará listo el programa para ejecutarse como se indicará en la sección 3.

3. Ejecución del programa

Para ejecutar el programa, será necesario situarse en la carpeta `/scripts procesamiento/APP Procesamiento/` y ejecutar en consola el siguiente comando.

```
python main.py
```

Como resultado, se abrirá la interfaz del programa y se verá de la siguiente manera (figura 1).

A priori, puede apreciarse que el programa se divide a grandes rasgos en dos partes. A la izquierda se encuentran las funciones de procesado de las mediciones del GPR y a la derecha están las funciones que permiten obtener diferentes gráficas para los datos obtenidos con el GPR.

The image shows a software interface titled "Procesado" (Processing). It contains five distinct sections, each with a colored border and a title:

- 1. Funciones de selección de mediciones** (Red border): Contains two input fields, "Ruta de las mediciones:" and "Archivo .h5:", each followed by a browse button "...".
- 2. Función de transformación al dominio del tiempo (IFFT)** (Green border): Contains one input field "Nombre destino:" followed by an "Ejecutar" button.
- 3. Función de remoción del Background** (Blue border): Contains one "Ejecutar" button.
- 4. Funciones de sustracción del Background** (Blue border): Contains one input field "Escenario:" followed by a browse button "...", and an "Ejecutar" button below it.
- 5. Funciones de migración** (Brown border): Contains three input fields: "Gr:" (with a dropdown menu showing "x"), "Z_ini:", and "Z_end:", followed by an "Ejecutar" button.

Figura 2: Funciones del programa para el procesamiento de los datos.

4. Procesamiento de los datos

En la figura 2 se encuentra la sección “Procesado” del programa. Además, se han identificado explícitamente las distintas funciones para cada parte del proceso de procesamiento de los datos. El proceso

4.1. Selección de las mediciones del GPR en frecuencia

- Prerrequisitos: Ninguno, esta función del programa puede usarse en cualquier momento siempre y cuando no se esté ejecutando algún otro proceso.
- Parámetros: Ninguno.
- Entradas: Se selecciona el botón con el símbolo [...] que se encuentra a la derecha del texto “Ruta de las mediciones:” (ver la sección resaltada 1. en la figura 2). A continuación se abrirá un explorador de archivos donde el usuario deberá seleccionar la carpeta que contiene únicamente

las mediciones obtenidas del GPR con extensión `.csv` y con la convención de nombre que se explica en el capítulo 2.1.1 de [4].

- Salidas: Como resultado, en la caja de texto se visualizará la ruta de la carpeta con las mediciones seleccionadas y se activará la función para transformar las mediciones al dominio del tiempo (ver apartado 4.3).

4.2. Selección de las mediciones del GPR en tiempo

- Prerrequisitos: Ninguno, esta función del programa puede usarse en cualquier momento siempre y cuando no se esté ejecutando algún otro proceso.
- Parámetros: Ninguno.
- Entradas: Se selecciona el botón con el símbolo [...] que se encuentra a la derecha del texto “Archivo `.h5`” (ver la sección resaltada 1. en la figura 2). A continuación se abrirá un explorador de archivos donde el usuario deberá seleccionar el archivo con extensión `.h5` con las mediciones del GPR en el dominio del tiempo (este archivo se obtiene del proceso descrito en el apartado 4.3).
- Salidas: Como resultado, en la caja de texto se visualizará la ruta del archivo seleccionado y serán activadas las funciones de remoción de fondo, sustracción de fondo y migración de Kirchhoff (ver apartados 4.4, 4.5 y 4.6).

4.3. Obtención de los datos en el dominio del tiempo

El presente proceso se lleva a cabo con las funciones etiquetadas con 2. en la figura 2. Consiste en un cuadro de texto editable denominado “Nombre destino:” y un botón con el texto “Ejecutar” . A continuación se explica el proceso a seguir y los resultados obtenidos.

- Prerrequisitos: Para acceder a estas funciones se deberá seleccionar e introducir en el programa la ruta con la carpeta que contiene las mediciones en el dominio de la frecuencia tal como está expuesto en el apartado 4.1.
- Parámetros: En el cuadro de texto se introduce el nombre con el que se quiera etiquetar las mediciones. Este parámetro puede dejarse vacío.
- Entradas: El botón “Ejecutar” debe ser oprimido para iniciar el proceso de transformación al dominio del tiempo. Después de hacerlo, el programa se detendrá por un tiempo y una vez terminado aparecerá una ventana emergente que indica que el proceso fue terminado con éxito.
- Salidas: Si el proceso finaliza con éxito, en la carpeta que se seleccionó en 4.1 se creará otra carpeta de nombre `Time` que contiene las mediciones en el dominio del tiempo y con extensión `.csv` y una subcarpeta de nombre “`C_Scans`” . En esta última se encuentra un archivo comprimido

de extensión `.h5` con las mediciones en tiempo. También, en la interfaz del programa se desbloquearán para su uso las funciones de remoción de fondo, sustracción de fondo y migración de Kirchoff (ver apartados 4.4, 4.5 y 4.6).

Al ejecutar este proceso y tener éxito, el usuario podrá eliminar, si así lo desea, los archivos de extensión `.csv` que contienen las mediciones del GPR tanto en frecuencia como en tiempo. A partir de este punto, se podrá hacer uso únicamente del archivo `.h5` ya que conservando este puede cargarse al programa tal como se explica en el apartado 4.2 sin necesidad de cargar los datos crudos del GPR (apartado 4.1) y transformarlos al dominio del tiempo (apartado 4.3).

4.4. Ejecución de la remoción de fondo

- **Prerrequisitos:** Se debe haber cargado un archivo `.h5` con las mediciones en tiempo del GPR en el programa. Esto puede hacerse de dos formas: Ejecutando la transformada de Fourier a archivos en formato `csv` como se indica en el apartado 4.3 o bien cargando directamente el archivo al programa como se indica en el apartado 4.2.
- **Parámetros:** Ninguno.
- **Entradas:** El botón “Ejecutar” debe ser oprimido para iniciar el proceso de remoción de fondo.
- **Salidas:** El proceso tardará un tiempo en ejecutarse. Si no ocurre ningún error, al terminar el proceso aparecerá una ventana emergente que indica que se ha finalizado y puede utilizar las otras funciones del programa. En la misma ubicación del archivo `.h5` suministrado se creará otro de mismo nombre con el añadido al final “`_background_removed.h5`”.

4.5. Ejecución de la sustracción de fondo

- **Prerrequisitos:** Se debe haber cargado un archivo `.h5` con las mediciones en tiempo del GPR en el programa. Esto puede hacerse de dos formas: Ejecutando la transformada de Fourier a archivos en formato `csv` como se indica en el apartado 4.3 o bien cargando directamente el archivo al programa como se indica en el apartado 4.2.
- **Parámetros:** Oprimir el botón [...] a la derecha del cuadro de texto “Escenario:” y navegar hasta la ubicación del archivo `.h5` con las mediciones que se desean sustraer. Se debe seleccionar dicho archivo antes de ejecutar el método.
- **Entradas:** El botón “Ejecutar” debe ser oprimido para iniciar el proceso de sustracción de fondo.

- Salidas: El proceso tardará un tiempo en ejecutarse. Si no ocurre ningún error, al terminar el proceso aparecerá una ventana emergente que indica que se ha finalizado y puede utilizar las otras funciones del programa. En la misma ubicación del archivo `.h5` suministrado se creará otro de mismo nombre con el añadido al final `“_background_subtracted.h5”`.

4.6. Ejecución de la migración de Kirchhoff

- Prerrequisitos: Se debe haber cargado un archivo `.h5` con las mediciones en tiempo del GPR en el programa. Esto puede hacerse de dos formas: Ejecutando la transformada de Fourier a archivos en formato `csv` como se indica en el apartado 4.3 o bien cargando directamente el archivo al programa como se indica en el apartado 4.2.
- Parámetros: La constante dieléctrica de la arena en el cuadro de texto con etiqueta ϵ_r . El eje de polarización que es paralelo a las antenas en el cuadro de lista con la etiqueta “Eje de polarización”. Los límites del eje vertical (z) en los cuadros de texto con etiquetas “Z_iniz” “Z_end”(límite inferior y superior respectivo).
- Entradas: El botón “Ejecutar” debe ser oprimido para iniciar el proceso.
- Salidas: El proceso tardará un tiempo en ejecutarse. Si no ocurre ningún error, al terminar el proceso aparecerá una ventana emergente que indica que se ha finalizado y puede utilizar las otras funciones del programa. En la misma ubicación del archivo `.h5` suministrado se creará otro de nombre `“migration_erX.h5”` donde X es el valor indicado para la constante dieléctrica.

5. Visualización de las mediciones

La obtención de las gráficas se lleva a cabo con las funciones del lado derecho del programa. Las funciones en cuestión, se muestran en la figura 3.

Para la obtención de cualquier gráfica, entonces, se deberá empezar cargando el archivo `.h5` que contiene las mediciones en el dominio del tiempo. Para esto, utilizar la función de selección de archivo con mediciones que se muestra en la figura 3 con la etiqueta 1.

5.1. A-Scan

- Prerrequisitos: Se debe haber cargado un archivo `.h5` con las mediciones en tiempo del GPR en el programa. La obtención de este archivo puede hacerse previamente en la sección de procesamiento del programa, tal como se indica en 4.3.
- Parámetros: En los cuadros de texto “x:” y “y:” el usuario debe colocar respectivamente las coordenadas espaciales $X - Y$ milímetros (mm) donde

Gráfico

1. Función de selección de archivo con mediciones

Archivo .h5: ...

A-Scan

2. Funcioes A-Scan

x: mm. ☐ Comparar A-Scan

y: mm. ...

Graficar

B-Scan

3. Funciones B-Scan

Plano:

Coordenada: mm.

Graficar

C-Scan

4. Funciones C-Scan

Graficar

Figura 3: Funciones del programa para la obtención de gráficas.

desea extraer la señal obtenida por el GPR en dichas coordenadas y así graficar el A-Scan. También hay un *checkbox* con la etiqueta “Comparar A-Scan”, selecciónelo en caso de que desee obtener gráficas que comparen el A-Scan indicado con otra señal ya sea una simulación de HFSS u otro A-Scan obtenido del GPR. Si el *checkbox* se encuentra deshabilitado y ha introducido las coordenadas deseadas, el programa está listo para graficar; de lo contrario, deberá indicarle al programa el archivo que contiene los datos a comparar. Para subir el archivo a comparar, se debe hacer click en el botón [...] y seleccionar el archivo deseado, este debe estar en formato *.csv*.

- Entradas: El botón “Graficar” debe ser oprimido para iniciar el proceso.
- Salidas: Si no ocurre ningún error, al terminar el proceso aparecerá una ventana emergente que indica que se ha finalizado con éxito. En la misma ubicación del archivo *.h5* suministrado, se crearán distintos archivos en formato *.png* con gráficas del A-Scan. Estas imágenes también aparecerán en una ventana emergente para su visualización.

5.2. B-Scan

- Prerrequisitos: Se debe haber cargado un archivo *.h5* con las mediciones en tiempo del GPR en el programa. La obtención de este archivo puede hacerse previamente en la sección de procesamiento del programa, tal como se indica en 4.3.
- Parámetros: En la lista seleccionable con la etiqueta “Plano:”, se selecciona el eje de donde se extraerán las mediciones hechas a lo largo del mismo. En el cuadro de texto con la etiqueta “Coordenada” el usuario debe colocar respectivamente la coordenada en milímetros (mm) a la altura de la cual se hará el barrido sobre el eje seleccionado anteriormente.
- Entradas: El botón “Graficar” debe ser oprimido para iniciar el proceso.
- Salidas: Si no ocurre ningún error, al terminar el proceso aparecerá una ventana emergente que indica que se ha finalizado con éxito. En la misma ubicación del archivo *.h5* suministrado, se creará un archivo en formato *.png* con la gráfica del B-Scan. Esta imagen también aparecerá en una ventana emergente para su visualización.

5.3. C-Scan

- Prerrequisitos: Se debe haber cargado un archivo *.h5* con las mediciones en tiempo del GPR en el programa. La obtención de este archivo puede hacerse previamente en la sección de procesamiento del programa, tal como se indica en 4.3.
- Parámetros: Ninguno.

- Entradas: El botón “Graficar” debe ser oprimido para iniciar el proceso.
- Salidas: Si no ocurre ningún error, al terminar el proceso aparecerá una ventana emergente que indica que se ha finalizado con éxito. En la misma ubicación del archivo `.h5` suministrado, se creará un archivo en formato `.png` con la gráfica del C-Scan. Esta imagen también aparecerá en una ventana emergente para su visualización.

Referencias

- [1] D. H. Uniandes, “GPR-Uniandes,” 10 2021. [Online]. Available: <https://github.com/gdh-uniandes/GPR-Uniandes>
- [2] D. J. González Ramírez, L. E. Quibano Alarcón, and R. Bustamante Miller, “Manual de usuario para el gpr de laboratorio,” *Microwave Detection of Improvised Explosive Devices in Colombia (MEDICI)*, Junio, 2018. [Online]. Available: https://github.com/gdh-uniandes/GPR-Uniandes/blob/main/manuales/Manual_Usuario_GPR.pdf
- [3] G. A. Pérez González and R. Bustamante Miller, “Manual de primer uso del gpr del proyecto desminadohumanitario,” *Proyecto Desminado Humanitario*, Octubre, 2021. [Online]. Available: https://github.com/gdh-uniandes/GPR-Uniandes/blob/main/manuales/Manual_Primer_Uso.pdf
- [4] D. J. González Ramírez, L. E. Quibano Alarcón, and R. Bustamante Miller, “Manual de programador para el gpr de laboratorio,” *Microwave Detection of Improvised Explosive Devices in Colombia (MEDICI)*, Junio, 2018. [Online]. Available: https://github.com/gdh-uniandes/GPR-Uniandes/blob/main/manuales/Manual_Programador_GPR.pdf