

PUBLICACIÓN DE MAPAS ESTRATÉGICOS EN PLATAFORMA DE MAPAS DE RUIDO ONLINE

PACS: 43.50.Sr

Notario Tévar, Antonio
Datakustik GmbH
C/ Calera 3, Loft 49
28760 Tres Cantos
España
+34 91 219 08 78
antonio.notario@datakustik.com

ABSTRACT

According to Article 9 of the 2002/49/EC² Directive the Member States have to ensure that Strategic Noise Maps are made available to the public in a clear, comprehensible and accessible way. On the other hand the information should be updated every 5 years. Within such noise mapping projects, any modification of data which needs manpower can raise the time and cost enormously. A technique based on scripting is presented for automating time consuming tasks such as iterating over different configurations of calculations, summing up source-specific noise maps including level corrections or exporting maps to an Online Noise Map Interface.

RESUMEN

De acuerdo al Artículo 9 de la Directiva 2002/49/CE², los Estados Miembros deben asegurar que los Mapas Estratégicos de Ruido son accesibles para los ciudadanos y presentados de una forma clara y comprensible. Por otro lado, esta información debe ser actualizada cada 5 años. En este tipo de proyectos, cualquier modificación que requiere mano de obra puede aumentar enormemente el tiempo y coste. En la presente comunicación se presenta una técnica basada en scripting para automatizar tareas repetitivas tales como la iteración de distintas configuraciones de cálculo, post proceso de mapas de ruido o exportación de resultados a entornos online.

INTRODUCCION

La principal función de los softwares de predicción de ruido es simular una situación con el fin de predecir el ruido en entornos abiertos de mayor o menor complejidad. Estas predicciones se extienden a nuevas situaciones futuras que pueden incorporar medidas de reducción de ruido tales como pantallas, replanteamientos de tráfico, etc. Asimismo, el software debe permitir la comparación de dichas alternativas con el fin de evaluar la más ventajosa en términos de reducción de ruido e inversión total.

Los cálculos se ejecutan siguiendo una serie de métodos de cálculo o normas de uso internacional o nacional; ejemplos de métodos son los modelos recomendados por la Comisión Europea, que recientemente han sido sustituidos por los nuevos métodos comunes

CNOSSOS-EU¹. En cualquier caso, el estudio estratégico del ruido en aglomeraciones incorpora distintos aspectos a considerar, que van más allá de la mera técnica de cálculo. Por ejemplo, los mapas de ruido necesitan ser actualizados cada cierto tiempo, para incluir tanto las modificaciones en los parámetros de entrada (ej. Nuevos tráficos, nuevos emisores) como las medidas de reducción de ruido implementadas fruto de los planes de acción de la ronda anterior. Otro aspecto necesario es la necesidad de informar a la población expuesta. En concreto, el Artículo 9 de la Directiva 2002/49/CE² especifica que los Estados Miembros deben asegurar que los Mapas Estratégicos de Ruido son accesibles para los ciudadanos y presentados de una forma clara y comprensible.

Dentro de lo considerado como claro y comprensible, existen diferentes alternativas. Muchos países optan por la creación de una plataforma oficial³, donde los resultados son exportados a una plataforma en formato procedente de sistemas GIS y presentados gráficamente. Las ventajas son entre otras, la homogeneización de datos de entrada y salida, así como el establecimiento de un estándar. En el presente trabajo se presenta un proyecto de creación de mapas online de ruido, que puede ser fácilmente implementado sin conocimientos previos de programación de páginas web, lo que facilita su creación y mantenimiento.

CONCEPTOS BÁSICOS DEL SCRIPTING MEDIANTE LUA

Lua⁴ es un popular lenguaje de programación diseñado para ser utilizado tanto por programadores como por no programadores indistintamente. Su sintaxis es reminiscente del lenguaje Pascal y por tanto, familiar a muchos usuarios y relativamente sencillo de dominar. En el ámbito del software de simulación CadnaA⁵, se ha incorporado un intérprete que permite utilizar scripts Lua en el programa con el fin de automatizar tareas repetitivas e incluso partes del flujo de trabajo normal de CadnaA. La integración CadnaA – Lua permite:

- Acceder a los atributos de los objetos de CadnaA (a través de identificadores)
- Acceder a variables de texto
- Acceder a los vértices de los polígonos de cualquier objeto
- Ejecutar rutinas para ejecutar operaciones en grupos de objetos.

Los tipos de datos incluyen comentarios, números, valores lógicos usados para la comparación, cadenas de caracteres y objetos Lua. También cuenta con diversos tipos de operadores aritméticos, de asignación, de concatenación, de comparación y operadores lógicos. Por supuesto también permite el control de flujos y rutinas mediante un conjunto típico de comandos `if then elseif else`. Por último, también es posible definir funciones y tareas directamente.

A modo de ejemplo, se presenta un sencillo script Lua. El script añade una fuente puntual `q` al proyecto y la mueve a una posición dada para calcular la malla. El proceso se repite 400 veces y con cada iteración, la fuente puntual se desplaza 25 metros a lo largo del eje `x`. Por tanto, los 400 mapas de ruido resultantes muestran cómo los niveles de ruido cambian mientras la fuente puntual se desplaza a lo largo de 1 km:

```
local x
local q = cna.tables.pt_src:append()
q.LW_LI = 100
for x = 0,1000,25 do -- x en pasos de 25 m
  q.X = 100 + x -- fija posición
  cna.calc_grid() -- calcula la malla
  -- guardar la malla (el nombre de archivo contiene la posición x)
  cna.save_grid("Resultado_" .. x .. ".cnr")
  -- guarda en el directorio que contiene el archivo Lua
end
```

Fig. 1: Ejemplo de Script escrito en CadnaA-Lua

Después de declarar la variable que contiene la posición x (x) y la fuente puntual (q), el contador se incrementa en pasos de 25 metros desde 0 hasta 1000. q es una referencia a un nuevo objeto de CadnaA (fuente puntual) y es creado en Lua mediante el método `cna.tables.*:append()`. En cada iteración, el atributo x de la fuente puntual se modifica y la malla se calcula y guarda. Con el fin de tener varios archivos de malla resultantes, el nombre de cada una se genera mediante la expresión "grid_" .. x .. ".cnr"

EJEMPLOS DE APLICACIÓN DE SCRIPTS LUA EN PROYECTOS DE CÁLCULO DE MAPAS DE RUIDO

Como se ha comentado anteriormente, la utilización del lenguaje Lua permite la automatización de tareas que de otro modo resultarían muy tediosas. A continuación se presentan varios ejemplos de aplicaciones reales.

Simplificación de modelos digitales de terreno

En el contexto de grandes proyectos de simulación⁶ donde el modelo de elevación de partida es excesivamente detallado, es necesario aplicar métodos que permitan la simplificación de la topografía manteniendo unos límites de error aceptables. En el Proyecto realizado por DataKustik en el territorio de North-Rhine Westphalia⁶ el área de estudio fue de 36.540 km². El modelo de elevación fue importado empleando una malla densa de datos de 10 x 10 m y simplificado mediante la aplicación de estos métodos. El resultado fue la simplificación de la topografía a 2,6 millones de puntos de elevación con una precisión en altura de 2 m.

Iteraciones de Cálculo

Es sabido que en ciertas situaciones y empleando ciertos métodos de cálculo, el nivel de presión sonora en dos receptores cercanos puede variar sustancialmente. La razón es que en ciertos métodos de cálculo, el nivel local tiene una precisión espacial menor que con otros. Con el fin de evaluar esta dispersión de resultados, el nivel de presión sonora puede ser calculado iterativamente con pequeños cambios en un parámetro de entrada esencial (e.g. la coordenada x del emisor). Esta iteración puede ser definida con un script Lua. La idea es calcular el nivel de ruido en N receptores alrededor del receptor original, y separados de este 1 m. Para los N receptores, el script puede calcular la media aritmética μ y la desviación típica σ . Estos dos valores, empleados para cuantificar la distribución de niveles de ruido, se calculan mediante las siguientes ecuaciones:

$$\mu = \sum_{i=0}^N x_i \quad (1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=0}^N (x_i - \mu)^2} \quad (2)$$

El concepto es válido también para comparar configuraciones de cálculo y cuantificar la diferencia de resultados en función del cambio de un parámetro concreto en pequeñas cantidades, o bien para evaluar las diferencias de niveles en un modelo concreto empleando distintas normas de cálculo.

Importación de datos en formato XML – Open Street Map

Otra aplicación interesante es la posibilidad de uso de Lua con el fin de importar un archivo de datos XML. Un ejemplo de este tipo de datos es la plataforma Open Street Map (OSM). OSM es una plataforma colaborativa de creación de mapas basados en datos GPS. En este caso, el

script Lua se encarga de leer e interpretar el archivo XML mediante un parser, para finalmente filtrar los atributos (*tags*) relevantes para CadnaA y crear los objetos correspondientes.

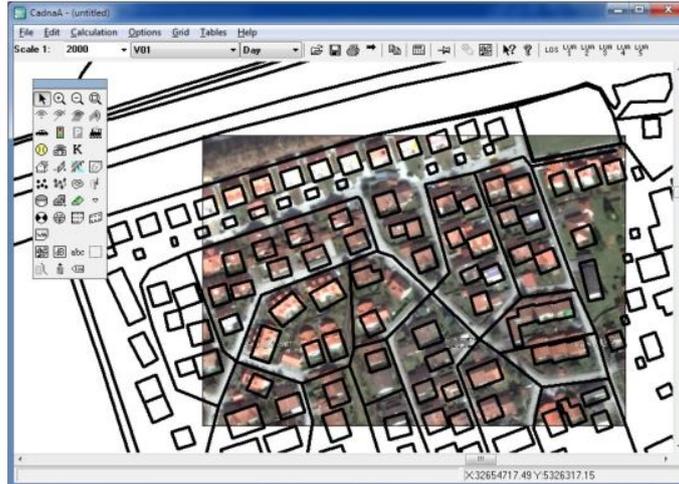


Fig. 2: Importación de un archivo en formato Open Street Map (OSM – XML) mediante un script Lua. En el modelo se ha importado una imagen de GoogleEarth para verificar la posición de los objetos. Es importante recalcar que ni los datos procedentes de GoogleEarth ni los procedentes de la plataforma OSM están sujetos a una determinada resolución o precisión.

Más allá de la importación en formato OSM, la dimensión de aplicar Lua en este caso es que el formato XML (*eXtensible Markup Language*) es un estándar de intercambio de archivos empleado por un amplio número de empresas y aplicaciones de entorno GIS y Web. Dado que muchas empresas y organizaciones desarrollan formatos XML internos o usan variantes propias, la aplicación de scripts Lua en CadnaA los hacen accesibles para emplearlos en la evaluación del ruido ambiental.

APLICACIÓN DEL SCRIPTING LUA A LA PUBLICACIÓN DE MAPAS ONLINE

Como ejemplo de aplicación, a continuación se explica en mayor detalle el uso de un script Lua para obtener un mapa de ruido interactivo y publicable, llamado Plataforma de Ruido Online (MRO).

Arquitectura de Software y Conceptos Básicos

La plataforma de Mapas de Ruido Online (MRO) consiste en dos partes diferenciadas. Por un lado el código de la plataforma, que es básicamente un sitio web HTML/JS/CSS y que hace las veces de carpeta plantilla. Por el otro, los datos del mapa / escenario, que son exportados desde el archivo del software de simulación de CadnaA.

La plataforma MRO no incluye ningún código que deba ser ejecutado en el servidor (por ejemplo, código PHP, Servlet, ASP, etc.), sino que todo el código se ejecuta desde un interfaz de usuario (entendiendo como tal, la persona que consulta los datos desde internet). Por tanto, para alojar la plataforma MRO sólo se requiere un simple servidor HTML. Sin embargo, dicho servidor debe ser configurado para alojar contenido estático.

Aspectos Previos

Mientras la plataforma MRO se asemeja a la interfaz de CadnaA de alguna manera, existen importantes diferencias que hay que tener en cuenta. La primera de ellas es que un escenario tiene 4 parámetros de evaluación (normalmente L_d , L_e , L_n y L_{den}), lo cual supone un problema si

se desea exportar mapas de ruido y contaminantes atmosféricos, por ejemplo. Esta limitación se soluciona en la propia estructura del MRO. Por otro lado, dado que en ocasiones se exportan resultados de distintas “fuentes” – como antes de ha citado, ruido y contaminación atmosférica – es necesario asegurarse que los datos exportados no son divergentes o contradictorios. La razón principal es que el MRO está optimizado para la web y el concepto de seccionamiento del mapa se basa en los límites de malla y en las distancias entre puntos:

- Los límites de todas las mallas deben coincidir. Si no es así, deben hacerse coincidir exportando y re importando los puntos de malla.
- El espaciado de las mallas debe coincidir. En caso contrario, existirán discrepancias entre las escalas de las diferentes variantes. Por ejemplo, una discrepancia en potencia de 2 puede ser ajustada mediante interpolación o extrapolación (oversampling).

Preparación del Modelo

Suponiendo un Proyecto de CadnaA llamado **project.cna** y que consiste en 4 variantes que han sido calculadas a razón de 4 parámetros por variante – siendo la última la que contiene parámetros de contaminación atmosférica - deben guardarse primero como 4 archivos independientes y asegurar que los parámetros de evaluación a exportar son los correctos. La razón es que dichos parámetros son los identificadores que serán exportados al MRO.

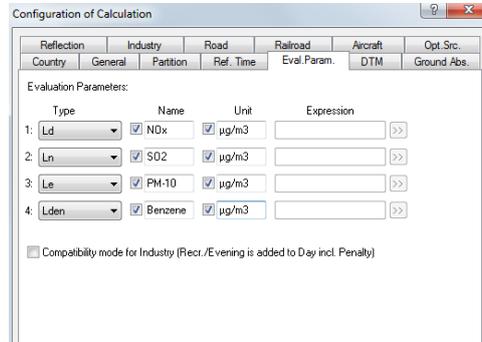


Fig. 3: Asignación de los parámetros calculados a las unidades de cada tipo de contaminante

Comprobación del espaciado de receptores

En este paso, es necesario asegurar que el paso de malla es el mismo, mediante la inspección del correspondiente diálogo para todas las mallas a exportar. Asimismo, los límites de malla han de coincidir.

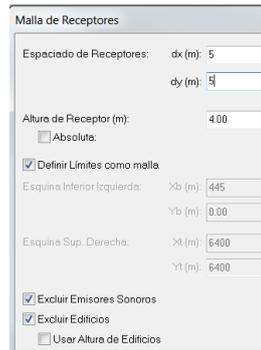


Fig. 4: Comprobación del espaciado de la malla de cálculo

Preparación del Script CadnaA-Lua

La exportación se realiza mediante la ejecución del correspondiente script Lua. El objetivo es automatizar la misma operación para múltiples archivos de CadnaA, ya que de otra forma el tiempo invertido en comprobar cada archivo y realizar la exportación manualmente sería muy alto. La gran ventaja de los scripts Lua es que pueden ser adaptados a las necesidades del usuario, partiendo de la base del script original. Por ejemplo, un proyecto con resultados de ruido – con un paso de malla de 10 x 10 metros – y de contaminación atmosférica – con un paso de 5 x 5 metros – puede ser exportado mediante el script que previamente ejecuta una interpolación para ajustar las mallas. La estructura del script es la siguiente:

1. Especificación de las rutas de entrada – donde está el proyecto - y salida – donde los archivos exportados han de guardarse –
2. Definición de las variantes del proyecto: asignación de cada archivo a cada variante por medio de variables y especificación del nombre que cada variante tendrá en el MRO.
3. Comprobación de los límites de todas las mallas: las variantes son cargadas previamente para comprobar que los límites de malla coinciden.
4. Rutina de exportación: finalmente, las variantes son exportadas en formato Web-Bitmap – colecciones de imágenes a distintas resoluciones que coinciden con los distintos niveles de zoom que tendrá el MRO-. En esta sección, si existen diferentes espaciados entre receptores – caso de mapas de ruido y de contaminación atmosférica – se puede incluir un reajuste automático.

Ejecución del Script en CadnaA

Los scripts Lua se cargan en CadnaA mediante el comando de ejecución de scripts. Además, es posible asignar diferentes scripts a diferentes botones directos.

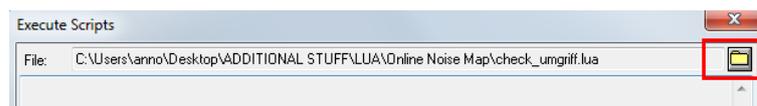


Fig. 5: Asignación del Script Lua en CadnaA

Integración de los datos en la plataforma MRO

El siguiente paso es incorporar los datos exportados en la plataforma MRO. Dicha plataforma tiene la siguiente estructura de carpetas:



Fig. 6: Estructura de la Plataforma MRO. Los archivos exportados por CadnaA en formato Web-Bitmap son guardados en la carpeta "data"

Los archivos exportados han de ser incluidos en la carpeta "data" de forma directa, es decir, sin incluir subcarpetas.

Comprobación de la Plataforma MRO

Para comprobar la plataforma MRO es necesario alojar todo el conjunto de carpetas en un servidor web o ejecutar un servidor en el PC local. En la mayoría de casos, es suficiente abrir directamente el archivo "Index.html". En caso de actualización del mapa, los nuevos archivos exportados reemplazan a los anteriores, por lo que se trata de una acción de copiar y pegar archivos.

Una vez se ha abierto el MRO, la interfaz web accesible desde cualquier navegador presenta las siguientes características. Es posible abrir una leyenda de colores y navegar / hacer zoom mediante las flechas de dirección e iconos de lupa o bien directamente empleando el desplazamiento / rueda del ratón. Asimismo, permite alternar entre distintas variantes / parámetros de evaluación, incluyendo los relativos a la contaminación atmosférica. El valor calculado en cualquier posición se actualiza y se muestra en una ventana próxima al puntero del ratón.



Fig. 7: Interfaz web del MRO. Mapa de Ruido día de la variante A



Fig. 8: Mapa de contaminación por NOx

También existe la posibilidad de buscar una calle mediante un buscador integrado, siempre y cuando el atributo de nombre de calle haya sido incluido en el modelo de CadnaA:

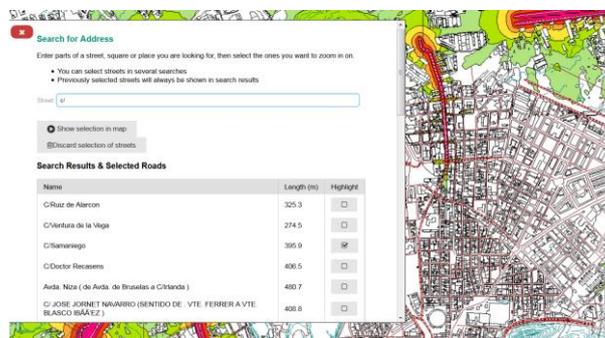


Fig. 9: Buscador de direcciones. El MRO muestra en pantalla las calles. El usuario puede mostrar una dirección en pantalla mediante el botón correspondiente.

CONCLUSIONES

La automatización de tareas mediante scripts aplicados a software de simulación acústica demuestra ser una potente herramienta para el usuario, aportando una nueva dimensión en lo referente a la reducción de costes y al aumento de la calidad del trabajo realizado. Aplicado a la presentación de mapas de ruido online, aporta una herramienta flexible, rápida y útil y fácilmente actualizable que cumple los requisitos establecidos por la legislación vigente en lo relativo a la distribución de los resultados entre la población.

REFERENCIAS

1. Directiva 2015/996 de la Comisión Europea, Métodos de Evaluación Comunes de acuerdo con la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo (2015)
2. Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre Evaluación y Gestión del Ruido Ambiental (2002)
3. Sistema de Información sobre Contaminación Acústica (SICA), Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2015) – www.sicaweb.cedex.es
4. Information about Lua language: <http://www.lua.org/docs.html>
5. DataKustik GmbH, "CadnaA – Software for Environmental Noise", www.datakustik.com
6. "Large-Scale Calculation of Possible Locations for Specific Wind Turbines under Consideration of Noise Limits". Fabian Probst, Dr. Wolfgang Probst, Bernd Huber – Internoise Innsbruck, Austria (2013)