



Cálculo de Rutas de Escape en un Incendio Forestal

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA
MATEMÁTICA DE GALICIA
GALICIAN CENTRE FOR MATHEMATICAL
RESEARCH AND TECHNOLOGY

Manuel Antonio Novo Pérez
manuelantonio.novo.perez@usc.es

- 1 Introducción
- 2 Datos entrada y salida
- 3 Metodología
- 4 Implementación

Contexto

- CITMAga trabaja con la empresa Avincis Aviation Spain SA en el marco del proyecto Civil UAVs Initiative (CUI) de la Xunta de Galicia.
- En este proyecto CITMAga desarrolla multitud de algoritmos que dan apoyo a las tareas de extinción.

Introducción

- En la extinción de un incendio forestal las brigadas son de gran importancia para el control del incendio desde tierra.
- Se debe establecer y mantener una ruta por la que abandonar el lugar en caso de ser necesario.
- Las rutas deben reevaluarse de forma periódica.

Objetivo del algoritmo

Calcular rutas de escape a pie para la evacuación de las brigadas, teniendo en cuenta las condiciones del terreno.

Datos de Entrada

- Geometría del incendio.
- Dirección de avance del incendio
- Modelo digital del terreno (MDT).
- Posición de partida de la brigada.
- Punto(s) de llegada seguros.
- Modelos de combustible (pasto, matorral bajo y alto, bosques con continuidad y discontinuidad vertical).
- Geometría de redes viarias y masas de agua.

Parámetros opcionales

- Distancia de seguridad al incendio.
- Obstáculos definidos por el usuario.
- Límite de pendiente transitable.
- Dimensión de la zona de trabajo.

Datos de salida

- Ruta(s) de escape, indicando su tiempo estimado.

Paso 1: Carga de datos

- 1 Carga los datos de entrada desde datos locales. Se introducen mediante un archivo JSON.
- 2 Obtiene el MDT, vías de transporte y masas de agua en la región del incendio de los servicios de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE).

Datos de entrada

```
{  
  "directorio_alg": ".",  
  "dir_output": "output",  
  "dir_incendio": "input/perimetro_incendio.geojson",  
  "dir_combustible": "input/modelos_combustible_Galicia.tif",  
  "api_idee": true,  
  "inicio": {"latitude": 42.72797927, "longitudo": -8.86491690},  
  "destino": {"latitude": 42.71667676, "longitudo": -8.88667334},  
  "direccion_avance": 42.67661,  
  "f_buffer": 100,  
  "lim_pendiente": 90  
}
```


MDT

```
url: https://servicios.idee.es/wcs-inspire/mdt?SERVICE=WCS&
&VERSION=2.0.1&REQUEST=GetCoverage&CoverageId=Elevacion25830_5&
FORMAT=image/tiff&subset=lat(4742174.66155808,4753879.43001182)
&subset=long(14578.9283483951,25148.6542362102)
```

```
MDT=terra::rast(url)
```

Datos carreteras

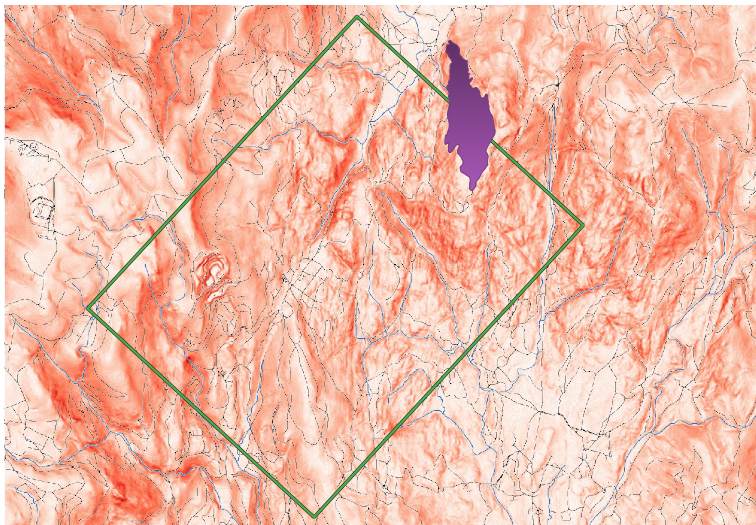
```
url: https://api-features.idee.es/collections/roadlink/items?
limit=10000&bbox=-8.9300538291164,42.6812306022466,-8.
79976008337371,42.7874673324607
```

```
car=sf::st_read(url)
```

Paso 2: Procesado de los datos

- 1 Calcula la pendiente a partir del MDT.
- 2 Rasteriza las vías de transporte y las masas de agua.
- 3 Modifica los datos de combustible en los lugares donde hay carreteras.
- 4 Filtra los datos en la zona opuesta al avance del incendio.
- 5 Remuestrea los datos a la misma resolución y los combina en un único raster multibanda.

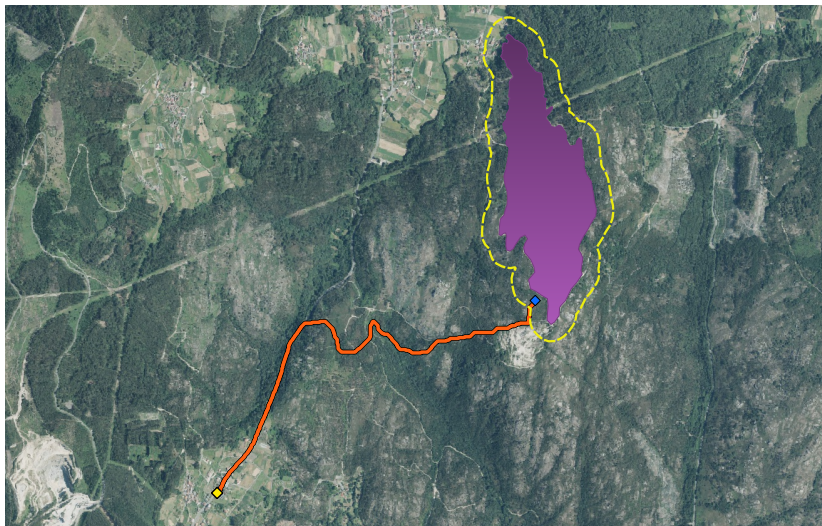
Ejemplo datos incendio



Paso 3: Grafo dirigido

- 1 Genera un grafo dirigido que relacione cada píxel del raster multibanda con los píxeles adyacentes.
- 2 Elimina las aristas que pasan por lugares intransitables, por ejemplo obstáculos o masas de agua.
- 3 Le asigna un peso a las aristas en función del tiempo que las brigadas tardan en recorrerla. Depende de la pendiente y el combustible.
- 4 Calcula la ruta más rápida utilizando el algoritmo de Dijkstra.

Ejemplo ruta de escape



Librerías de R utilizadas

- `terra` y `tidyterra` para manejar raster.
- `sf` para manejar otros datos espaciales.
- `igraph` para crear el el grafo dirigido y para encontrar la ruta más rápida entre dos nodos.
- `dplyr` para facilitar el manejo de los datos (especialmente en el caso de las aristas del grafo).
- `jsonlite` para el manejo del JSON con los datos de entrada.

Docker

- Docker es una plataforma de software que permite empaquetar software en contenedores.
- Los contenedores son entornos aislados que incluyen todo lo necesario para ejecutar el software.
- Evita problemas de compatibilidad.
- Existen imágenes creadas por otros usuarios que facilitan crear contenedores.
- En el caso de R con datos espaciales puede usarse la imagen `rocker/geospatial`, disponible en Docker Hub.

Conclusiones

- El algoritmo permite obtener rutas de escape desde la posición de la brigada, teniendo en cuenta diversas características del terreno.
- Calcula varias rutas de forma rápida, lo que permite actualizar la ruta de escape conforme avanza el incendio.
- La implementación con Docker permite evitar problemas de compatibilidad.



Cálculo de Rutas de Escape en un Incendio Forestal

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y TECNOLOGÍA
MATEMÁTICA DE GALICIA
GALICIAN CENTRE FOR MATHEMATICAL
RESEARCH AND TECHNOLOGY

Manuel Antonio Novo Pérez
manuelantonio.novo.perez@usc.es