











Eco-Traffic APP: una arquitectura orientada a servicios para la identificación de eco-rutas y de tramos adecuados para eco-driving

Iván Sánchez-Cordero¹, José R. Lozano-Pinilla²,
Daniel A. Mántaras³, Juan Benavente^{1,5}, Juan Francisco Coloma⁴,
Marta García⁴, Pablo Luque³, Andrés Monzón de Cáceres¹,
Ana M^a Rivadeneira Muñoz¹, and Cristina Vicente-Chicote²

- ¹ TRANSyT, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, Spain
{ivan.sanchezcor, juan.benavente, andres.monzon, anamaria.rivadeneira}@upm.es
- ² Quercus Software Engineering Group, Universidad de Extremadura, Cáceres, Spain
{joserralp, cristinav}@unex.es
- ³ Dpto. de Construcción, Universidad de Extremadura, Cáceres, Spain
{jfcoloma, martagg}@unex.es
- ⁴ Dpto. de Construcción e Ing. de Fabricación, Universidad de Oviedo, Gijón, Spain
{mantaras, luque}@uniovi.es
- ⁵ SUM+LAB, Universidad de Cantabria, Santander, Spain
juan.benavente@unican.es

Resumen Las emisiones de gases de efecto invernadero contribuyen significativamente al calentamiento global del planeta, afectando negativamente a todos los seres vivos que habitamos en él. El sector de los transportes es uno de los que más contribuyen al aumento de estas emisiones y, mientras el uso de vehículos no contaminantes no sea mayoritario a nivel mundial, los esfuerzos para paliar este problema se centran, entre otras medidas, en el uso de técnicas como el *Green Navigation*. En este contexto, el proyecto Eco-Traffic APP, que aquí se presenta, tiene como objetivo desarrollar una aplicación móvil orientada a servicios, que permita planificar rutas eco-eficientes (eco-rutas) y que proporcione consejos sobre en qué tramos de éstas aplicar técnicas de *eco-driving*.

Keywords: Arquitecturas Orientada a Servicios, Eco-routing, Eco-driving

1. Descripción del problema

El aumento en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el excesivo consumo de los limitados recursos energéticos del planeta, altera el balance del sistema climático global y representa un importante problema a nivel mundial [6]. El primer Inventario Global de Emisiones, presentado en la Conferencia del Clima de 2023 (COP28), ha puesto de manifiesto que no sólo no se están cumpliendo las expectativas de reducción de emisiones al ritmo esperado sino que, además, no basta con que los gobiernos financien medidas adecuadas para

atajar el problema; es necesaria, además, la implicación de la sociedad civil, que debe contribuir a estos objetivos de forma tanto colectiva como personal.

En esta línea, considerando que en la Unión Europea el sector del transporte terrestre es el responsable de, aproximadamente, el 25 % de las emisiones de dióxido de carbono (más que ningún otro sector, incluido el energético o el industrial), de las cuales el 72 % procede del transporte por carretera y, de éstas, el 61 % de los turismos [5], resultan especialmente interesantes aquellas medidas orientadas a reducir las emisiones de los vehículos, en particular, si éstas son sencillas de implementar y no conllevan costes elevados. En este sentido, conviene señalar la proliferación de herramientas que tratan facilitar la adopción de técnicas de **Green Navigation** por parte de los conductores. Estas técnicas buscan recomendar rutas y modos de conducción que reduzcan tanto las emisiones de GEI como el consumo de energía de los vehículos. Así, el concepto de *Green Navigation* engloba técnicas tanto de *Eco-Routing* como de *Eco-Driving*. El **Eco-Routing** consiste en calcular la ruta óptima de viaje entre dos puntos considerando su impacto ambiental. Varios estudios confirman que el uso de eco-rutas puede reducir significativamente tanto el consumo de combustible como las emisiones [1]. Por su parte, el **Eco-Driving**, también conocido como conducción eficiente, se basa en acelerar y frenar suavemente, cambiar de marcha a bajas revoluciones, mantener una velocidad constante y anticiparse al tráfico para evitar paradas en la medida de lo posible. Según diversos estudios, el uso de estas técnicas permite reducir las emisiones entorno a un 20 %, si bien suele incrementar de media el tiempo de viaje en un 7,5 % [4].

2. Trabajos relacionados

En la actualidad, existen múltiples aplicaciones móviles y de consola, como Google Maps o Waze, por mencionar sólo dos de las más utilizadas en todo el mundo, que permiten a los conductores planificar rutas alternativas para sus viajes, incluyendo la ruta más corta, la de menor tiempo estimado de viaje, rutas con y sin peajes, etc. Desde finales de 2022, Google Maps ofrece también a sus usuarios las rutas más eco-eficientes, permitiéndoles estimar el porcentaje de combustible que podrían ahorrar con ellas en función del tipo de motor de su vehículo (gasolina, diesel, híbrido o eléctrico). Sin embargo, esta nueva característica de Maps, parece asociar siempre la eco-ruta con la ruta más corta, ignorando aspectos tan relevantes para estimar correctamente el consumo y las emisiones como la pendiente del trazado o el estado del tráfico en tiempo real.

En relación con el eco-driving, algunas marcas de coche comienzan a incorporar en los ordenadores de a bordo de sus vehículos (sobre todo híbridos y eléctricos), consejos sobre buenas prácticas de conducción. Resultan particularmente útiles aquellos que incorporan dichos consejos en el navegador integrado del vehículo y que son capaces, por ejemplo, de recomendar al conductor que comience a frenar suavemente al aproximarse a un cruce o a una curva.

3. El Proyecto *EcoTraffic APP*

3.1. Antecedentes

Este proyecto es continuación del proyecto nacional *Eco-Traffic* (TRA2016-76485-R), en el que se analizó el impacto de las técnicas de *eco-driving* en distintos tipos de vías de ciudades de distinto tamaño [2]. Los resultados de este proyecto concluyeron que, si bien en grandes ciudades como Madrid, el uso de técnicas de *eco-driving* permitía un ahorro medio de combustible de un 6.3 % [3], en otras más pequeñas, como Cáceres, la reducción podía alcanzar un 25 % [4].

3.2. Objetivos

El principal objetivo del Proyecto *EcoTraffic APP* es desarrollar una aplicación móvil, llamada ***Greta APP*** (*Green Traffic APP*), que facilite la planificación de eco-rutas en entornos urbanos, considerando no sólo la distancia al destino, como hacen la mayoría de las APPs actuales, sino teniendo también en cuenta aspectos como la pendiente del trazado o el estado del tráfico. Además de esta funcionalidad principal, la aplicación ofrecerá también al conductor información sobre el ahorro de combustible y de emisiones logrado en cada viaje y a lo largo del tiempo, a fin de motivarle a seguir apostando por el uso de un enfoque de *Green Navigation* en sus viajes. Además, la aplicación se desarrollará para ser robusta y fácil de instalar, configurar y usar por parte de los usuarios.

3.3. Arquitectura del sistema

Una de las características diferenciadoras de ***Greta APP***, en relación con otras como *Google Maps* o *Waze*, es que permite a cada usuario no sólo indicar el tipo de combustible de su vehículo, sino seleccionar el modelo concreto de todos los vehículos que suele conducir. De este modo, el cálculo de las eco-rutas tiene en cuenta las características específicas del vehículo utilizado en cada viaje, para así realizar una estimación mucho más afinada del consumo. Además, la estimación del consumo tiene en cuenta aspectos como la pendiente del trazado, la velocidad máxima de cada tramo del trayecto o el estado del tráfico. La arquitectura del sistema desarrollado para el Proyecto es la que se muestra en la Figura 1.

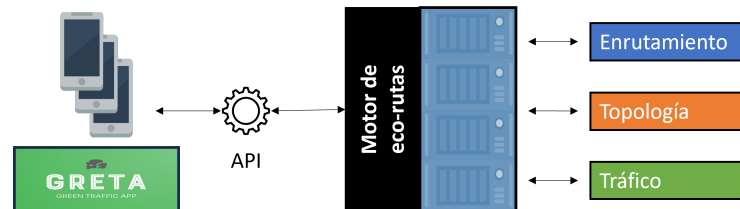


Figura 1: Arquitectura del sistema completo

- **Enrutamiento.** Este componente obtiene rutas alternativas entre dos coordenadas, consultando la información ofrecida por servicios como Open Source Routing Machine, OpenRouteService o GraphHopper.
- **Topología.** Este componente obtiene información topográfica asociada a cada punto de una ruta, consultando el servicio ofrecido por OpenTopoData.
- **Tráfico.** Este componente obtiene información en tiempo real del estado del tráfico, consultando servicios como MapBox.
- **Greta-APP.** Aplicación que podrán instalar los usuarios en sus dispositivos móviles y con la que podrán: definir su perfil y sus vehículos; seleccionar uno de estos vehículos y el destino de su viaje; seleccionar una ruta de entre las ofrecidas (eco-ruta, más rápida y más corta); y visualizar estadísticas relacionadas con sus viajes y sus reducciones de consumo y emisiones.
- **Motor de eco-rutas.** Componente principal del sistema que recibe de *Greta APP*, en cada petición, el origen y el destino de un viaje y el modelo del vehículo que se va a utilizar, y se encarga de obtener, a partir de los componentes de *Enrutamiento*, *Topología* y *Tráfico*, las posibles rutas y su coste asociado en términos de consumo, distancia y tiempo estimado. Esta información la devuelve a la APP, mediante una API, para que se la muestre al usuario y éste elija la ruta que mejor se ajuste a sus necesidades.

La arquitectura del sistema se ha diseñado para que la APP pueda delegar la elevada carga computacional asociada, principalmente, con la obtención de información desde los distintos servicios involucrados y la estimación del consumo asociado a las diferentes rutas, en un servidor con mucha más capacidad de cómputo y almacenamiento que un dispositivo móvil.

Agradecimientos Proyecto EcoTraffic APP (TED2021-132696B-I00) financiado por MCIN/ AEI /10.13039/501100011033/ y por FEDER Una manera de hacer Europa. José R. Lozano-Pinilla agradece al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades su beca de Formación del Profesorado Universitario (FPU22/03681).

Referencias

1. Ahn, K., Rakha, H.A.: Network-wide impacts of eco-routing strategies: A large-scale case study. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* **25**, 119–130 (2013). <https://doi.org/10.1016/j.trd.2013.09.006>
2. Coloma, J.F., García, M., Boggio-Marzet, A., Monzón, A.: Developing Eco-Driving Strategies considering City Characteristics. *Journal of Advanced Transportation* (2020). <https://doi.org/10.1155/2020/2083074>
3. Coloma, J., García, M., Wang, Y.: Eco-driving effects depending on the travelled road. correlation between fuel consumption parameters. *Transportation Research Procedia* **33**, 259–266 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.10.101>
4. Coloma, J., García, M., Wang, Y., Monzón, A.: Green eco-driving effects in non-congested cities. *Sustainability* **10**(1) (2017). <https://doi.org/10.3390/su10010028>
5. Parlamento Europeo: Emisiones de CO2 de los coches: hechos y cifras (2022)
6. Zheng, X., et al.: A review of greenhouse gas emission profiles, dynamics, and climate change mitigation efforts across the key climate change players. *Journal of Cleaner Production* **234** (2019). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.140>