



**Escuela Superior
de Ingeniería y Tecnología**
Universidad de La Laguna

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Planificación optimizada de un sistema de
semáforos mediante algoritmos
evolutivos: una aplicación a la rotonda del
Padre Anchieta, en Santa Cruz de Tenerife

*Optimized planning of a traffic light system using
evolutionary algorithms: an application to the Padre Anchieta
roundabout, in Santa Cruz de Tenerife*

Francisco Arturo Cruz Zelante

San Cristóbal de La Laguna, 15 de junio de 2020

Agradecimientos

A Eduardo y a Gara, por la dedicación y el compromiso que volcaron en este proyecto.

*A mis compañeros, quienes con el tiempo acabaron convirtiéndose en buenos amigos;
y a la vieja guardia, por permanecer incondicionales.*

A mis padres, por el cariño y el sostén que me han brindado.

Resumen

Incluir resumen

Palabras clave: SUMO, simulación de tráfico, algoritmos evolutivos, TypeScript, *traffic light scheduling problem*, Genetics.js

Abstract

Include abstract

Keywords: SUMO, traffic simulation, evolutionary algorithms, TypeScript, traffic light scheduling problem, Genetics.js

Índice general

| | |
|---|----------|
| 1. Introducción | 1 |
| 2. Generación de la instancia | 2 |
| 2.1. Limpieza de la instancia | 2 |
| A. Título del Apéndice 1 | 6 |
| A.1. Algoritmo XXX | 6 |
| A.2. Algoritmo YYY | 6 |
| B. Título del Apéndice 2 | 8 |
| B.1. Otro apéndice: Sección 1 | 8 |
| B.2. Otro apéndice: Sección 2 | 8 |

Índice de figuras

Índice de tablas

Capítulo 1

Introducción

Los algoritmos evolutivos toman como guía la evolución biológica y la llevan al campo de la optimización. A diferencia de otros métodos, esta clase de algoritmos busca ofrecer mejores resultados mediante la evolución de los individuos de una población, haciéndolos mutar, combinando características entre ellos y seleccionando los mejores candidatos a optar a solución de un problema (normalmente, de optimización no lineal con un amplio espacio de búsqueda), donde otros algoritmos tardarían demasiado o serían directamente inviables. [2]

Esta clase de algoritmos resultan útiles para afrontar el problema de la planificación de la duración de las fases de los semáforos, más conocido como el Traffic Light Scheduling Problem (TLSP). Este problema de optimización plantea cuánto deberían durar las fases de los semáforos de uno o varios cruces para mejorar la circulación con respecto a varios parámetros; el más habitual de ellos siendo el tiempo medio de viaje de un grupo de vehículos desde un origen hasta el destino.

Por tanto, se plantea la obtención de una instancia real, con datos de tráfico incluidos, de la glorieta del Brasil (más conocida como la rotonda del Padre Anchieta), situada en el corazón de La Laguna, Tenerife. Los resultados de la simulación del tráfico en dicha instancia servirían de entrada a un algoritmo evolutivo para evaluar si incluyendo semáforos en la rotonda y modificando la duración de las fases es posible mejorar la circulación. Finalmente, se usaría SUMO [6] para realizar la simulación de tráfico.

Capítulo 2

Generación de la instancia

2.1. Limpieza de la instancia

1. Importación desde OpenStreetMap.
2. No hubo limpieza con JOSM al final, el mapa se convirtió a la red empleando net-convert. A la conversión se añadieron otros ficheros que ayudaban a interpretar el contenido del mapa.
3. Generación aleatoria de vehículos.
4. QUEDA PENDIENTE: leer sobre los datos necesarios para generar el flujo de vehículos adecuado.
5. Luego, el tema de limpieza de la red con netedit. Corrección de las vías, las prioridades, y las intersecciones. Además, se añadieron y configuraron manualmente los semáforos y las fases de todas las intersecciones de la rotonda.

Bibliografía

Bibliografía

- [1] Cristian Manuel Abrante Dorta. «Framework web de computación evolutiva». Accepted: 2019-06-25T09:15:10Z. Tesis doct. San Cristóbal de La Laguna, Tenerife: Universidad de La Laguna, 10 de jun. de 2019. URL: <https://riull.u11.es/xmlui/handle/915/14535> (visitado 07-03-2020).
- [2] A. E. Eiben y James E. Smith. *Introduction to Evolutionary Computing*. Natural Computing Series. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2003. ISBN: 978-3-642-07285-7. DOI: 10.1007/978-3-662-05094-1. URL: <https://www.springer.com/gp/book/9783642072857> (visitado 16-11-2019).
- [3] Jose Garcia-Nieto, Javier Ferrer y Enrique Alba. «Optimising traffic lights with metaheuristics: Reduction of car emissions and consumption». En: *2014 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*. 2014 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN). ISSN: 2161-4393. Jul. de 2014, págs. 48-54. DOI: 10.1109/IJCNN.2014.6889749.
- [4] J. García-Nieto, E. Alba y A. Carolina Olivera. «Swarm intelligence for traffic light scheduling: Application to real urban areas». En: *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. Special Section: Local Search Algorithms for Real-World Scheduling and Planning 25.2 (1 de mar. de 2012), págs. 274-283. ISSN: 0952-1976. DOI: 10.1016/j.engappai.2011.04.011. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0952197611000777> (visitado 10-03-2020).
- [5] José García-Nieto, Ana Carolina Olivera y Enrique Alba. «Optimal Cycle Program of Traffic Lights With Particle Swarm Optimization». En: *IEEE Transactions on Evolutionary Computation* 17.6 (dic. de 2013). Conference Name: IEEE Transactions on Evolutionary Computation, págs. 823-839. ISSN: 1941-0026. DOI: 10.1109/TEVC.2013.2260755.
- [6] Pablo Alvarez Lopez y col. «Microscopic Traffic Simulation using SUMO». En: *The 21st IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems*. Journal Abbreviation: IEEE Intelligent Transportation Systems Conference (ITSC). IEEE, 2018. URL: <https://elib.dlr.de/124092/>.
- [7] A. C. Olivera, J. M. García-Nieto y E. Alba. «Reducing vehicle emissions and fuel consumption in the city by using particle swarm optimization». En: *Applied Intelligence* 42.3 (1 de abr. de 2015), págs. 389-405. ISSN: 1573-7497. DOI: 10.1007/s10489-014-0604-3. URL: <https://doi.org/10.1007/s10489-014-0604-3> (visitado 10-03-2020).

- [8] Felix Sergio Rodríguez Hernández. *Intensidades de tráfico en las carreteras de la isla de Tenerife en el año 2019*. 2019. URL: <https://www.tenerife.es/portalcabtfe/images/PDF/temas/carreteras/RESUMEN2019.pdf> (visitado 05-03-2020).
- [9] Javier Sanchez, Manuel Galan y Enrique Rubio. «Applying a Traffic Lights Evolutionary Optimization Technique to a Real Case: “Las Ramblas” Area in Santa Cruz de Tenerife». En: *IEEE Transactions on Evolutionary Computation* 12.1 (feb. de 2008), págs. 25-40. ISSN: 1941-0026. DOI: 10.1109/TEVC.2007.892765.
- [10] Eduardo Segredo y col. «Optimising Real-World Traffic Cycle Programs by Using Evolutionary Computation». En: *IEEE Access* 7 (2019), págs. 43915-43932. ISSN: 2169-3536. DOI: 10.1109/ACCESS.2019.2908562.
- [11] D. Souravlias y col. «Smart Traffic Lights: A First Parallel Computing Approach». En: *2016 International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems (INCoS)*. 2016 International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems (INCoS). ISSN: null. Sep. de 2016, págs. 229-236. DOI: 10.1109/INCoS.2016.72.

Apéndice A

Título del Apéndice 1

A.1. Algoritmo XXX

```
*****
*
* Fichero .h
*
*****
*
* AUTORES
*
*
* FECHA
*
*
* DESCRIPCION
*
*
*****/
```

A.2. Algoritmo YYY

```
/*****
*
* Fichero .h
*
*****
*
* AUTORES
*
*
* FECHA
```

*

* DESCRIPCION

*

*

*****/

Apéndice B

Título del Apéndice 2

B.1. Otro apéndice: Sección 1

Texto

B.2. Otro apéndice: Sección 2

Texto