

Configuración de un Sistema Experto para Planificar Viajes

1st Pardo Ferrera, Joel

dept. Inteligencia Artificial

Universidad Politécnica de Madrid

Madrid, España

joel.pardof@alumnos.upm.es

2st Flores Arellano, Juan José

dept. Inteligencia Artificial

Universidad Politécnica de Madrid

Madrid, España

jj.flores.arellano@alumnos.upm.es

Resumen—A la hora de planificar un viaje solemos encontrar ciertas resistencias. Por ello, hemos encontrado una necesidad de diseñar y crear una herramienta que facilite dicho proceso. En este documento explicamos el problema, como hemos planteado la herramienta y una breve evaluación de la misma.

Index Terms—sistema experto, viaje, planificador

I. INTRODUCTION

En los tiempos que corren, poco a poco vamos tomando consciencia de que vivimos en la era del 'sprint', vamos corriendo de un lado a otro sin tan siquiera levantar la cabeza y ver lo que ocurre a nuestro alrededor. La velocidad y la cantidad premia antes que la calidad.

El tiempo es uno de los activos más preciados en la actualidad. Es un bien que para muchos, escasea. Por ello, muchas veces cuando estamos realizando alguna tarea tediosa y cotidiana, pensamos que estamos gastando un tiempo que realmente no tenemos; dedicamos tiempo a ciertos ejercicios cuando podríamos estar invirtiendo en aquello que tiene más importancia, es decir, alcanzar nuestras metas y hacer realidad nuestros sueños.

Pero llega un momento en que la realidad se está acelerando cada vez más. El mundo en el que vivimos nos absorbe. El pretexto de ser más eficientes se desvanece cuando herramientas como las redes sociales nos roban aún más tiempo. La vida nos engulle; necesitamos tomarnos un descanso.

Decidimos irnos de viaje pero están los impedimentos de siempre. Creemos que invertimos un tiempo que no tenemos. Planificar bien, obviamente, requiere de bastante tiempo, empezando por saber qué queremos.

Cuando no sabemos qué queremos y cómo lo queremos, a la hora de planificar un viaje, vamos dando palos de ciego. Por lo tanto, obtenemos un resultado insatisfactorio porque el viaje que requeríamos para descansar no se acopla a nuestras necesidades; nos gastamos más del presupuesto estimado para hacer cosas que no nos motivan o nos gustan lo suficiente.

Necesitamos una herramienta que nos permita planificar un viaje sin necesidad de invertir mucho tiempo, dinero y esfuerzo en ello. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo no es más que el de diseñar e implementar una herramienta para el apoyo en la planificación de viajes.

Esta herramienta tiene como finalidad reducir el tiempo de planificación significativamente, optimizar los recursos

económicos que dispongamos, y que contemple múltiples situaciones para encontrar alguna que se adapte a nuestras necesidades. La implementación será realizada con CLIPS.

CLIPS es un lenguaje de programación específico para la generación de sistemas expertos, los cuales son programas diseñados para simular la inteligencia humana en tareas específicas, como la toma de decisiones, el diagnóstico de problemas, la resolución de problemas, entre otros. Este lenguaje está basado en reglas, lo que permite a los desarrolladores crear reglas en un formato fácil de entender y utilizar, facilitando la creación de sistemas expertos complejos.

El motor de inferencia de CLIPS, basado en reglas, permite que los sistemas expertos tomen decisiones basadas en hechos y reglas almacenadas en su base de conocimiento. El motor de inferencia se encarga de buscar patrones y relaciones en la información almacenada, y utiliza esos patrones para tomar decisiones y hacer inferencias.

CLIPS cuenta con un gran número de funciones predefinidas para el manejo de datos, tales como la creación de listas, la búsqueda de elementos, la eliminación de duplicados, entre otras. Además, CLIPS es altamente escalable, lo que significa que se puede utilizar tanto para proyectos pequeños como para proyectos grandes. Es posible también crear interfaces gráficas de usuario y se puede integrar con otros lenguajes de programación, lo que permite a los desarrolladores crear sistemas expertos más complejos y personalizados.

Por lo tanto, dejamos ver como CLIPS es un lenguaje de programación especializado en sistemas expertos, fácil de usar, escalable, con un gran número de funciones predefinidas para el manejo de datos y un potente motor de inferencia basado en reglas, que permite a los desarrolladores crear sistemas expertos complejos y personalizados con una gran capacidad de inferencia y manejo de datos.

Este trabajo está organizado de la siguiente forma: en la sección **I** está contenida una reflexión del problema que hemos localizado con una solución que se podría adaptar, posteriormente, en la sección **II** hablamos de algunos de los trabajos similares que hemos localizado, en la sección **III** hacemos una descripción técnica del sistema a implementar, más tarde, en la sección **IV** hablamos de los hitos que hemos conseguido y por último especificaremos en la sección **V** qué tarea ha desarrollado cada componente que ha participado.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

En esta sección, nuestro objetivo es el de introducir los trabajos relacionados en función de la herramienta que hemos desarrollado, y que nos han servido como inspiración.

Poniendo en perspectiva y comparando nuestro proyecto con los siguientes trabajos, el más similar a nuestra herramienta, a nivel de complejidad es el planificador de tour de museos. Sin embargo, hay dos ejemplos de planificadores de viajes basados en optimizar el transporte; una de las ramas que aparecen en nuestro diseño, los cuales nos han servido para tomar ciertas ideas que posteriormente implementaríamos también en nuestra aplicación.

Para el desarrollo de nuestro trabajo, se han de tener en cuenta diferentes aspectos o limitaciones como son, el tiempo requerido para realizar el proyecto, la complejidad a la que nos enfrentamos al crear esta aplicación, y además también buscamos que el usuario al usar nuestro planificador encuentre un resultado óptimo en forma de viaje. Es por lo anterior que es difícil de encontrar un trabajo con una dimensión similar al nuestro, ya que, la mayoría de lo que encontramos, o eran proyectos mucho más complejos los cuales requería un tiempo que no teníamos y que requerían conceptos que se salían totalmente de la asignatura y de nuestros conocimientos. O en el lado contrario, encontrábamos trabajos los cuales eran simples ejemplos de juguete que tampoco se adecuaban a nuestras exigencias.

Partiendo de lo descrito anteriormente, nuestro trabajo parte de cero tomando alguna de las ideas de los trabajos que vamos a ver a continuación.

II-A. Planificador de tour en museos

La idea principal de esta herramienta reside en que a la hora realizar una visita en un museo, normalmente, es excesiva la cantidad de obras para visualizar y por contra se dispone de un tiempo limitado. Es por esto que la herramienta presente pretende que el usuario disfrute de la vista de aquellas obras que más interesen a este. De acuerdo a algunas de las preferencias que el usuario estipule como pueden ser, autores, épocas, estilos o temas. Además de esto, el visitante puede escoger un intervalo de tiempo al cual ha de pertenecer la obra, al igual que el país de origen de los autores de las mismas.

Otro aspecto que la herramienta tiene en cuenta es el conocimiento previo del usuario en cuanto a las obras y el arte, al igual que si el visitante va acompañado o no, y en caso afirmativo, si en el grupo hay niños o no. Esta herramienta se encuentra programada en el mismo lenguaje que la nuestra, CLIPS.

Por otro lado, el sistema dispone de una lista con la relevancia o importancia que este da a cada obra, en función de la popularidad que esta tiene.

El código y los detalles de implementación están descritos en [Knowledge-Based-System-Planner](#).

II-B. Planificador de viajes basado en el algoritmo A*

El artículo [1], analiza las limitaciones de los actuales sistemas de planificación de viajes, que tienen dificultades para

integrar múltiples modos de transporte y atender a las distintas necesidades de los usuarios.

Es por esto, que propone un nuevo sistema basado en el algoritmo A-star que puede planificar rutas de viaje entre ciudades utilizando medios de transporte comunes como el metro, el tren y el avión. Además, el sistema ofrece tres opciones a los usuarios: la ruta más rápida, la más económica y la más cómoda.

Los autores diseñaron una función heurística con el objetivo de minimizar el dinero que usuario necesita gastar, que maximiza la comodidad del usuario y que además trata de minimizar el tiempo necesario para el viaje.

En este caso se desconoce en que lenguaje ha sido programada la herramienta, ya que los investigadores no han publicado el código de la misma.

II-C. Tourism expert system with Clips using PFC

Tourism expert system with CLIPS using PFC [2] se centra en el desarrollo de un sistema experto turístico basado en el lenguaje de programación CLIPS y utilizando un enfoque Pseudo Fuzzy Counter (PFC).

El sistema también proporciona recomendaciones y sugerencias sobre destinos turísticos, alojamiento y medios de transporte. Para el desarrollo de esta aplicación los investigadores han empleado PFC para introducir incertidumbre al sistema.

PFC además está inspirado en algoritmos evolutivos los cuales visualizan PFC como una función *fitness* de cualquier ciudad en la base de conocimientos donde las ciudades serían los cromosomas en el algoritmo evolutivo.

Los autores han diseñado una base de conocimiento con más de 20 ciudades y 150 reglas para ayudar a los usuarios de la aplicación a elegir el destino que mejor se adecue a sus necesidades.

II-D. Intellectual module for selecting places to travel

En el artículo *Development of an intellectual module for selection of places to travel in the virtual assistant system for planning trips* [3] está centrado en el desarrollo de un módulo intelectual para la selección de lugares para viajar en un sistema de asistente virtual para la planificación de viajes.

Los autores presentan un enfoque basado en reglas para desarrollar este módulo, que utiliza un sistema experto para ayudar a los usuarios a seleccionar destinos de viaje adecuados en función de sus preferencias y restricciones. El módulo se integra con un motor de planificación de viajes para proporcionar información detallada sobre cómo llegar al destino seleccionado.

Este sistema tiene en cuenta diferentes factores, como el presupuesto, el tiempo, las preferencias y restricciones, para seleccionar destinos adecuados dado un usuario. El sistema se integra con un motor de planificación de viajes para proporcionar información detallada sobre cómo llegar al destino seleccionado.

Los resultados obtenidos son prometedores y sugieren una amplia gama de aplicaciones y mejoras futuras para el sistema.

II-E. *Travel recommendation system*

Este sistema experto **Travel recommendation system** está de igual forma que el nuestro centrado en el ámbito turístico, y busca captar los intereses de viajes del consumidor o usuario de la herramienta, para posteriormente sugerirle un itinerario adecuado.

Los principales factores que el sistema tiene en cuenta para realizar la recomendación de los lugares que más le convienen son las características personales y de viaje del usuario.

Para esta aplicación, los creadores emplearon una base de conocimientos adquirida a partir de conocimientos en el ámbito del turismo recopilados principalmente en base a entrevistas con expertos en la materia, encuestas realizadas y otros artículos publicados relacionados con el tema en cuestión.

El sistema está implementado en CLIPS al igual que el nuestro y puede emplearse como planificador virtual de viajes para que tanto turistas como agencias lo empleen con el objetivo de seleccionar el mejor paquete en función de factores como el presupuesto, los lugares de interés y la personalidad del usuario. Además, los desarrolladores han incluido un índice de personalidad único basado en una serie de preguntas para ofrecer destinos en función de la persona y lo respondido en el cuestionario. El sistema no ofrece una única respuesta, si no que genera un número dinámico de recomendaciones para proporcionarlas en función de la selección del usuario.

II-F. *OpenTripPlanner*

OpenTripPlanner (OTP) es una herramienta de planificación de viajes de código abierto desarrollada por OpenPlans; organización sin ánimo de lucro que se dedica a mejorar la movilidad sostenible. Se utiliza para planificar rutas de viaje en transporte público, bicicletas y a pie. Está programado en Java.

Utiliza un motor de planificación de viajes basado en algoritmos de búsqueda para calcular rutas y horarios óptimos en función de las preferencias del usuario. Este motor tiene en cuenta factores como la hora del día, el tráfico y las restricciones de accesibilidad.

Es bastante escalable, ya que puede manejar grandes cantidades de datos de transporte público y procesar un gran número de solicitudes de planificación de viajes simultáneamente. Por ello, es adecuado su uso en áreas urbanas con una gran cantidad de servicios de transporte público y un alto tráfico de usuarios.

En definitiva, pretende fomentar el turismo dentro de una misma ciudad empleando una combinación de transportes y diferentes servicios de movilidad proporcionados por la misma.

Más información en: **OpenTripPlanner**

III. DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA

En este trabajo científico se presenta una herramienta de planificación de viajes desarrollada con el lenguaje de programación CLIPS. El objetivo de esta herramienta es ayudar a los

usuarios a planificar sus viajes de manera eficiente, considerando sus preferencias y restricciones. La herramienta se basa en un sistema experto que utiliza una base de conocimiento compuesta por reglas y hechos relacionados con la planificación de viajes y un motor de inferencia basado en reglas para tomar decisiones y hacer sugerencias personalizadas.

La planificación de viajes es una tarea compleja que requiere una gran cantidad de información y consideraciones, como el presupuesto, la duración o las preferencias del viajero, entre otras. Utilizamos CLIPS para manejar esta complejidad y ayudar a los usuarios a planificar sus viajes de manera eficiente.

En esta sección se describirá en detalle el diseño, implementación y pruebas realizadas para el desarrollo del consecuente proyecto. Se explicarán aspectos técnicos necesarios para el desarrollo de esta herramienta, desde el concepto inicial hasta las métricas de evaluación diseñadas para comprobar el rendimiento de la misma. Además, se presentarán los resultados obtenidos en las pruebas realizadas y se discutirán las posibles mejoras y ampliaciones futuras del sistema.

III-A. *Usuario*

El usuario objetivo para el uso de esta herramienta busca una manera eficiente y personalizada de planificar sus viajes. Este tipo de usuario puede ser cualquier persona que desee planificar un viaje, ya sea para vacaciones, negocios o cualquier otro propósito. Algunas características comunes de este tipo de usuario incluyen:

- Tienen un presupuesto limitado y desean asegurar que el viaje esté dentro de sus posibilidades.
- Buscan planificar un viaje con un mínimo esfuerzo y tiempo.
- Tienen preferencias y restricciones específicas relacionadas con el viaje, como un cierto tipo de alojamiento, una determinada duración del viaje, entre otros.
- Buscan una manera de organizar un viaje personalizado y adaptado a sus necesidades.
- Buscan opciones sin especificación previa de las preferencias que pueda llegar a tener.

Es útil tanto para viajeros individuales como para grupos, y puede ser utilizada tanto para viajes de vacaciones como para viajes de negocios. Además, esta herramienta es fácil de usar y proporciona sugerencias y recomendaciones personalizadas, por lo que es adecuada para cualquier persona sin tener en consideración su experiencia planificando viajes.

III-B. *Sistema de expertos*

La herramienta consiste en un sistema de expertos, es decir, un sistema que emula el razonamiento propio de un experto en un área de conocimiento determinada.

What is a knowledge representation? [4] se centra en la noción de representación del conocimiento en inteligencia artificial. Los autores argumentan que una representación del conocimiento es una forma de expresar el conocimiento para que pueda ser procesada por un sistema inteligente.

La representación del conocimiento es una tarea fundamental en inteligencia artificial ya que permite a un sistema acceder y utilizar el conocimiento almacenado para realizar tareas. Los autores describen varios tipos de representaciones del conocimiento, incluyendo la representación proposicional, la representación basada en frames y la representación basada en reglas. Además, discuten las ventajas y desventajas de cada tipo de representación del conocimiento y su aplicabilidad en diferentes problemas.

En detalle, el artículo define y explica la representación del conocimiento como un proceso mediante el cual se representa una idea, un hecho o concepto de forma que pueda ser entendida y procesada.

La representación proposicional se refiere a la representación mediante proposiciones simples y compuestas que pueden ser verdaderas o falsas. La representación basada en frames se refiere a la representación mediante estructuras de datos que contienen información sobre un objeto o un concepto. La representación basada en reglas se refiere a la representación mediante reglas 'if-then' que describen relaciones entre conceptos.

En concreto, nuestro sistema esta basado en reglas, como las mencionadas, del tipo 'Si pasa *SUCESO*, entonces *CONSECUENCIA*'. Como proposición matemática se podría representar mediante un condicional donde p seria el SUCESO y q la CONSECUENCIA, de forma que:

$$SUCESO \rightarrow CONSECUENCIA$$

Por ejemplo, una regla en un sistema experto de diagnóstico médico podría ser "si un paciente tiene fiebre y tos, entonces sospecha de neumonía". Esta regla permite al sistema relacionar los síntomas de fiebre y tos con una posible condición médica (neumonía) y tomar una acción (sospechar de neumonía) en consecuencia.

La representación basada en reglas es especialmente adecuada para sistemas expertos y para describir relaciones causales, pero puede ser más difícil de entender y mantener.

Los autores concluyen que cada tipo de representación tiene sus propias ventajas y desventajas, y su elección dependerá del problema específico y de las necesidades del sistema.

La representación del mundo en este tipo de aplicaciones no es certera. Está muy relacionada con la representación del conocimiento que expresa que entidades son asumidas que existen en el mundo.

Pasamos de hechos específicos, es decir, lo que el usuario desea, a proposiciones generales donde ya sabemos las demandas del usuario y la herramienta las ensambla para proponer un viaje.

Como he indicado anteriormente, está implementado en CLIPS; herramienta que permite diseñar sistemas expertos en una materia concreta a partir del uso de reglas. Es una excelente herramienta para representar el conocimiento y es muy expresiva ya que tiene una formalización de la semántica que el usuario va introduciendo.

III-C. Reglas de decisión

Las reglas de un sistema experto son un conjunto de declaraciones lógicas que describen relaciones entre diferentes variables o hechos. Estas reglas se utilizan para representar el conocimiento especializado de un sistema y facilitar tanto el proceso de razonamiento como el de toma de decisiones.

Las reglas pueden tener condiciones múltiples y acciones múltiples, y pueden ser combinadas con operadores lógicos para crear reglas más complejas. Los sistemas expertos utilizan estas reglas para inferir nuevos hechos a partir de la información existente y para tomar decisiones en función de esos hechos inferidos.

Así pues, las reglas en las que nos basamos están expuestas como un árbol de decisión que se muestra en la figura 2.

Planteamos diferentes cuestiones acerca necesarias para planificar un viaje. De ahora en adelante, las llamaremos dimensiones. Las identificadas son:

- Acompañantes
- Alojamiento
- Duración
- Turismo
- Vehículo
- Comida

Dentro de cada una de estas ramas tenemos una flexibilidad de opciones donde tienen lugar respuestas de 'Si', 'No' y 'No lo sé', además de 'Alto', 'Bajo' y 'Medio' con el fin de discretizar ciertos valores como pueden ser el presupuesto o la .

Las reglas son adecuadas para esta herramienta, según su diseño ya que el tipo de razonamiento que hacemos es prácticamente dicotómico, pese a que hemos añadido una opción neutra al conjunto de respuestas posibles.

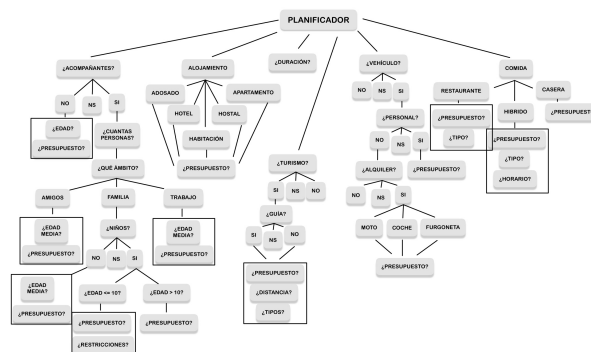


Figura 1. árbol de decisión

Los destinos posibles son, por el momento: Gandía, Marbella y Cuenca.

III-D. Logros

Hemos planteado el problema, localizado herramientas similares, y ejecutado un proceso iterativo de desarrollo diseñado a la optimización de rendimiento de la herramienta.

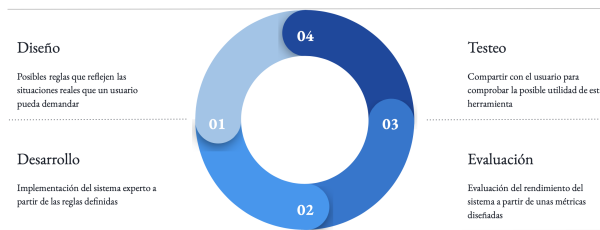


Figura 2. Proceso iterativo de diseño e implementación

Según nuestro árbol de decisión, pueden haber $\sum n_i$ posibilidades siendo n el número total de posibilidades dentro de cada dimensión i .

Por ello, debido a que la complejidad de nuestro sistema es exponencial, implementaremos únicamente los casos de uso especificados en el apartado **III-F**.

III-E. Evaluación

Con el objetivo de comprobar el rendimiento de nuestro sistema hemos implementado varias métricas que se muestran en la tabla **III-E**:

Cuadro I
EXPLICACIÓN DE LAS MÉTRICAS

Métrica	Explicación
Tiempo	Cuanto tiempo emplea el usuario en el uso de la aplicación
Plan	Valoración de cuanto se aleja el resultado que devuelve dicha aplicación de lo que el usuario demanda en cuanto a los planes que la aplicación propone
Presupuesto	Valoración de cuanto se aleja el resultado que devuelve dicha aplicación de lo que el usuario demanda en cuanto al presupuesto que la aplicación propone

Las métricas Plan y Presupuesto van en función de la demanda del usuario. Se expresan del 0 al 10.

III-F. Resultados

Una vez de finalizada la proposición de métricas, vamos a definir tres de acuerdo a diferentes tipos de perfil del usuario:

- El usuario que se presenta es un joven con poco poder adquisitivo que quiere disfrutar de unas vacaciones de fin de curso con sus amigos. La idea es viajar en vehículo propio y hospedarse en hostales, lo que les permitirá ahorrar en alojamiento y tener más flexibilidad en sus desplazamientos. El grupo busca una quincena de vacaciones, durante la cual pretenden hacer turismo sin guía, descubriendo lugares interesantes por su cuenta. En cuanto a la alimentación, el plan es variado, ya que quieren cocinar en casa algunas noches para ahorrar dinero, pero también disfrutar de la experiencia de probar la comida local en los restaurantes. Esto les permitirá experimentar con diferentes platos y sabores, mientras mantienen un presupuesto asequible. En general, el grupo busca un viaje divertido, lleno de aventuras y con la posibilidad de descubrir nuevos lugares, mientras mantiene

un presupuesto reducido. Puede que tengan que ser un poco más creativos en cuanto a cómo ahorrar dinero, pero esto no les impide disfrutar de unas vacaciones emocionantes.

- El usuario en cuestión es una persona de edad mediana con hijos, que necesita espacio para alojar a toda su familia durante un viaje de vacaciones. Con un estatus económico medio, deciden hospedarse en un apartamento para tener más comodidad y privacidad. El apartamento les permite cocinar en casa, lo que les permite ahorrar dinero en comida. Es probable que el apartamento tenga una cocina equipada, lo que les permite preparar sus propias comidas y ahorrar dinero en comparación con comer fuera todos los días. El grupo viaja en un vehículo personal, lo que les permite tener flexibilidad en sus desplazamientos y visitar lugares que no estén necesariamente cerca de su alojamiento. La idea es pasar 15 días de vacaciones, lo que les permite tener tiempo para relajarse, disfrutar de actividades en familia y visitar lugares turísticos. Es probable que busquen una variedad de actividades, desde actividades al aire libre hasta visitas culturales. Posiblemente que el viaje esté planificado para que todos disfruten y para que se adapte a las necesidades y intereses de todos los miembros de la familia.
- Se plantea un usuario de edad madura con un alto poder adquisitivo. Decide viajar solo y quedarse en un hotel de lujo durante un mes. Al tener un poder adquisitivo alto, es probable que el hotel sea de alta categoría y ofrezca servicios y comodidades especiales. Es probable que el hotel ofrezca servicios de spa, gimnasio, piscina, etc. El usuario no tiene vehículo propio, por lo que decide alquilar un coche de alta gama para moverse por la ciudad. Esto le permitirá tener más flexibilidad en sus desplazamientos y poder visitar lugares que no estén necesariamente cerca del hotel. El coche de alta gama es probable que sea cómodo y de alta calidad, lo que contribuirá a la experiencia de viaje del usuario. En cuanto a la alimentación, el usuario decide comer en restaurantes todos los días, lo que le permite disfrutar de la experiencia de probar la comida local y experimentar con diferentes platos y sabores. Es probable que el usuario elija restaurantes de alta calidad, lo que contribuirá a su experiencia de viaje. En general, el usuario busca un viaje de lujo y confort, con servicios y comodidades especiales, y la posibilidad de moverse libremente por la ciudad. El viaje está planificado para que el usuario disfrute al máximo, sin preocuparse por los detalles prácticos y con la posibilidad de experimentar con la comida local.

De acuerdo con lo expuesto en **III-D**, debido a que la complejidad de nuestro sistema es exponencial, hemos implementado únicamente los casos de uso especificados en este apartado. Por lo tanto, no tiene sentido medir las métricas en términos de plan y presupuesto. Procedemos a mostrar los resultados obtenidos por el sistema **III-F**:

Cuadro II
RESULTADOS DE LOS CASOS

Situación	Tiempo	Planes	Presupuesto
1	35 s.	–	–
2	22 s.	–	–
3	13 s.	–	–

IV. CONCLUSIONES

El objetivo de este proyecto era el de crear una herramienta que diera soporte al apoyo en la planificación de viajes.

Hemos presentado el problema como un asunto temporal y hemos diseñado un sistema de expertos con CLIPS basándonos en el árbol de decisión presentado en [III-C](#).

Dado que los trabajos relacionados [II](#) que hemos encontrado tienen una complejidad significativamente mayor, hemos partido de cero, quedándonos con las características destacadas de cada uno [II-A](#), [II-B](#), [II-F](#).

En cuanto a los resultados que hemos obtenido, funciona bien términos de tiempo. Como no está abierto al público, no hemos podido evaluar las métricas de acuerdo con el plan y presupuesto propuesto. Visible en la tabla [III-F](#).

Por consecuente, podemos decir que hemos cumplido con el objetivo de forma satisfactoria teniendo en cuenta la mayoría de aspectos que a planificar dónde reside la complejidad temporal.

Como posibles líneas de futuro se podría tratar de implementar todos los posibles casos añadiendo de esa forma más destinos a la aplicación.

Otra posible ampliación a nuestro trabajo sería la de incluir más preguntas al usuario del estilo de qué tipo de vehículo prefiere utilizar para llegar a su destino o si tiene algún inconveniente a la hora de usar uno u otro (ej. miedo a volar).

Por otro lado, al igual que han hecho los investigadores del planificador basado en el algoritmo A*, sería conveniente emplear alguna heurística de forma que esta maximice/minimice ciertos aspectos como la comodidad, presupuesto, tiempo...

También cabría la opción de mudar nuestro sistema a otro lenguaje de programación como pudiera ser Python, C# o Java, de forma que se perderían ciertos aspectos de CLIPS como la representación del conocimiento pero se ganarían otros como la gran cantidad de librerías de la que dispone Python o la integración con otros lenguajes.

El código está disponible en GitHub [TripPlanner](#) y los resultados en [Resultados.txt](#)

V. PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO

En la siguiente tabla [V](#) vemos el trabajo desarrollado de cada uno de los componentes que han intervenido para la elaboración de este proyecto:

Cuadro III
PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO

Pardo Ferrera, Joel	Flores Arellano, Juan José
Planteamiento del problema	Planteamiento del problema
Diseño del árbol de decisión	Investigación de trabajos relacionados
Implementación del sistema planificador en CLIPS	Implementación del sistema planificador en CLIPS
Evaluación de la aplicación	Evaluación de la aplicación
Elaboración de la memoria	Elaboración de la memoria

- [2] H. Khakzad and H. Shirazi, "Tourism expert system with clips using pfc," in *The 16th CSI International Symposium on Artificial Intelligence and Signal Processing (AISP 2012)*, pp. 299–304, 2012. [2](#)
- [3] N. Yanishevskaya, L. Kuznetsova, A. Zhigalov, D. Parfenov, and I. Bolodurina, "Development of an intellectual module for selection of places to travel in the virtual assistant system for planning trips," in *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1399, p. 033059, IOP Publishing, 2019. [2](#)
- [4] R. Davis, H. Shrobe, and P. Szolovits, "What is a knowledge representation?," *AI magazine*, vol. 14, no. 1, pp. 17–17, 1993. [3](#)

REFERENCIAS

- [1] Y. Zhou, X. Cheng, X. Lou, Z. Fang, and J. Ren, "Intelligent travel planning system based on a-star algorithm," in *2020 IEEE 4th Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference (ITNEC)*, vol. 1, pp. 426–430, IEEE, 2020. [2](#)