

## Aplicaciones de algoritmos de trayectorias GPS en gadgets

### [ GPS trajectories algorithms applications in gadgets ]

*Gary Reyes Zambrano and Raul Nassib Hidalgo Veliz*

Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas,  
Universidad de Guayaquil,  
Guayaquil, Ecuador

Copyright © 2016 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** This paper details the applications of routing algorithms or tracing routes through GPS (Global Positioning System, for its acronym in English) on different devices on the market, such as mobile devices called gadgets, GPS sensors, radars, Smartphones, wereable, etc. Also has been analyzed systems such as HERE and GoogleMaps with StreetView service. They show on their websites virtual maps with relevant information in second or third dimension of road networks, or real-time information as roadblocks or under construction as well as vehicular traffic routes of the world's major cities. This research concludes with the main advantages and disadvantages of these routing algorithms with the intention that in future work are evidenced by experiment and simulation to identify negative entropy of these systems, and the performance of these within a controlled environment.

**KEYWORDS:** Routing algorithms, GPS, road network, gadgets, wearable.

**RESUMEN:** Este trabajo detallan las aplicaciones de algoritmos de encaminamiento o de trazado de rutas por medio de GPS (*Global Positioning System, por sus siglas en inglés*) en los diferentes dispositivos presentes en el mercado como son, dispositivos móviles llamados gadgets, sensores GPS, radares, Smartphones, wereable, etc. Se analizan sistemas comerciales como HERE y GoogleMaps con su servicio Street View. Estos muestran en sus sitios web mapas virtuales con información relevante en segunda o tercera dimensión de las redes de carreteras, o información en tiempo real como carreteras bloqueadas o en construcción, así como tráfico vehicular de vías de las principales ciudades del mundo. Esta investigación concluye con las principales ventajas y desventajas de estos algoritmos de encaminamiento con la intención de que en un futuro trabajo se evidencien, mediante la experimentación y simulación para identificar las entropías negativas de estos sistemas, además el rendimiento de estos dentro de un ambiente controlado.

**PALABRAS-CLAVES:** Algoritmos de encaminamiento, GPS, red de carreteras, dispositivos móviles, dispositivo wearable.

### 1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad los sistemas de geo posicionamiento global han adquirido un marcado interés social. Con el avance de las tecnologías el GPS (Global Position System) se ha incorporado a la vida diaria en diferentes dispositivos con una gran variedad de servicios. Teléfonos inteligentes, tablets, sistemas de navegación en automóviles, entre otros, son algunas de las aplicaciones más comunes. Los dispositivos utilizados son cada vez más sofisticados en hardware con diseños variados. Los wearables por ejemplo, son dispositivos digitales que se usan como una prenda de vestir y que en su mayoría utilizan algoritmos de enrutamiento o posicionamiento. Estos dispositivos se están desarrollando cada vez más y favorecen el

desarrollo del internet de las cosas, que no es más que todos los electrodomésticos o efectos eléctricos domésticos conectados a la red de redes.

Con el desarrollo de la tecnología se han elaborado varios algoritmos para encontrar la mejor ruta entre dos puntos geográficamente separados. Muchos dispositivos móviles muestran el posicionamiento global en sus pantallas táctiles con mapas digitales que muestran información en tiempo real de carreteras con mucho tráfico vehicular, además de información actualizada de lugares, que se puede ir agregando a estas plataformas digitales. Para brindar servicios de GPS varias compañías han desarrollado plataformas que integran algoritmos cada vez más eficientes. La variedad de dispositivos y el crecimiento del mercado en este sentido posibilitan el desarrollo de algoritmos y plataformas eficientes y optimizadas que utilizan los GPS para mostrar información variada y asistir a la toma de decisiones por parte de los usuarios.

En la presente investigación se pretende realizar un estudio de diferentes plataformas y los algoritmos utilizados en la actualidad para consumir los servicios de GPS. El presente artículo se estructura de la siguiente manera: en la sección 2 se realiza un análisis de los sistemas de posicionamiento global (GPS), se hace énfasis en la historia de este tipo de sistema y su evolución hasta la actualidad. En la sección 3 se detalla un conjunto de dispositivos que están siendo utilizados para conectarse a los sistemas de posicionamiento global. En la sección 4 se analizan dos de los sistemas comerciales que utiliza el sistema de posicionamiento global. En la sección 5 se analizan los algoritmos de encaminamiento y en la sección 6 los resultados de la investigación. En la sección 7 se abordan las conclusiones y trabajo futuro.

## 2 SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL

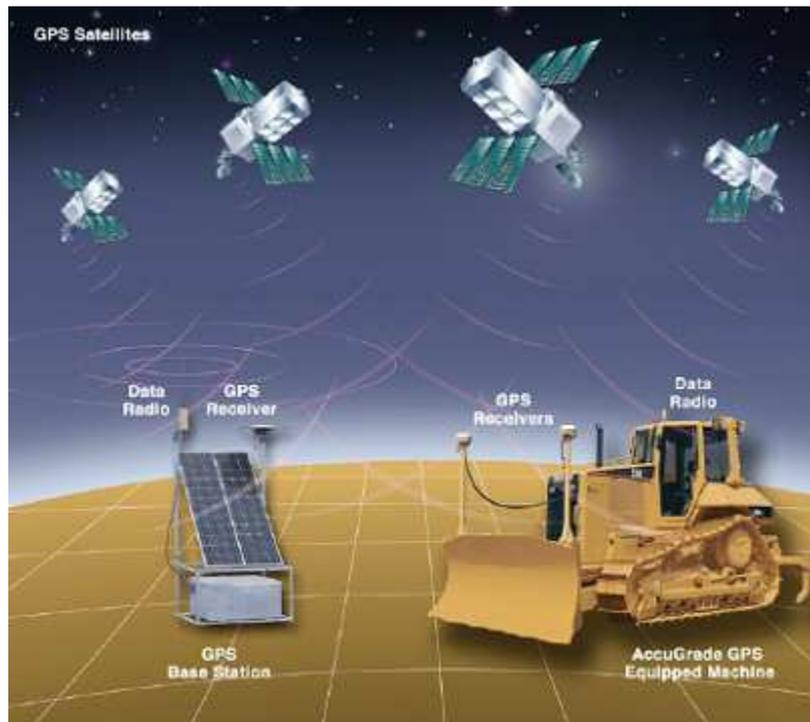
Los GPS son sistemas de posicionamiento global que emiten la ubicación de un objeto en la tierra a partir de la triangulación de la información geo espacial de 4 o más satélites GPS. En el caso de los Estados Unidos de Norteamérica han sido desarrollados, mantenidos y operados diversos satélites en los segmentos del espacio con el objetivo de enviar datos de posición en la tierra. De esta manera es posible conocer la posición de cualquier objeto en la tierra a través de satélites que se encuentran en órbita en el espacio.

La armada estadounidense utilizó esta tecnología para uso militar y así surgió el sistema TRANSIT, que quedó operativo en 1964, y hacia 1967 estuvo disponible para uso comercial. Para que el sistema GPS se comunique con los usuarios estos necesitan de un receptor portátil, el cual en nuestros días puede ser prácticamente cualquier dispositivo móvil. La comunicación se realiza a través de un satélite GPS que transmite constantemente señales. Estas señales son recibidas por los receptores GPS, donde el usuario podrá observar su ubicación actual e ir a un lugar donde desee llegar. Con la introducción de diferentes datos además podrá determinarse el tiempo de llegada al destino seleccionado.



**Figura 1. Satélites sobre la tierra para el sistema GPS. [15]**

La constelación GPS está formada 24 unidades operacionales (sin incluir satélites de respaldo) con órbitas circulares de 12 horas con una inclinación de 55 grados y ubicados a una distancia de 26.560Km de la Tierra. Estos satélites se desplazan a una velocidad aproximada de 4km/s; sin embargo su posición instantánea puede estimarse con un error de unos pocos metros con una antelación de 24 a 48 h.



*Figura 2. Cuatro satélites por órbita. [16]*

Como se muestran en la figura 2 los satélites están organizados en seis planos orbitales con cuatro satélites por órbita. La constelación de 24 satélites se completó el 9 de marzo de 1994 y el sistema fue declarado operacional por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América en 1995 [2]. Las diferentes áreas donde se pueden aplicar el GPS se detallan en el sitio web oficial Government information about the Global Positioning System (GPS) and related topics [1]. Este sistema tiene una variada gama de aplicaciones para las cuales muchos desarrolladores han desarrollado nuevas aplicaciones informáticas y sitios web, que están siendo empleadas en los diferentes gadgets presentes en el mercado.

### 3 DISPOSITIVOS UTILIZADOS PARA CONECTARSE A LOS GPS

En el mercado actual existen variadas ofertas de dispositivos que pueden ser utilizados para conectarse a los servicios de geo posicionamiento global. Con el avance tecnológico casi todos los dispositivos permiten conectarse a los servicios y facilitar la vida de los usuarios. A continuación se detallan dos clasificaciones de dispositivos inteligentes que pueden ser utilizados para consumir los servicios brindados por los GPS.

#### GADGETS

Gadget es una jerga tecnológica reciente que se refiere de manera genérica a un dispositivo que tiene un propósito y una función específica, práctica y útil en lo cotidiano. Son comúnmente llamados gadgets a los dispositivos electrónicos portátiles como PDAs, móviles, smartphones, reproductores mp3, entre otros [3]. Algunos de estos dispositivos permiten la conexión con los servicios de posicionamiento global para determinar la posición de un objeto, entre otras aplicaciones, como son los smartphones, smart watches, etc. En la figura 3 se pueden apreciar distintos ejemplos de gadgets.



*Figura 3. Diferentes gadgets presentes en CES 2015 [17]*

Estos dispositivos funcionan con software inteligentes que van a determinar la posición geográfica del usuario que está requiriendo información de un lugar en especial. Los gadgets usan mapas digitales que son proporcionados por satélites que se encuentran en órbita o por diferentes países que facilitan o muestran sus datos de localizaciones a organizaciones para tener información más detallada sobre una zona específica. Además pueden conectarse a servicios que utilizan los mapas y la localización obtenida de los satélites GPS para trazar rutas alternativas o tomar decisiones en cuanto a diferentes problemáticas.

#### **WEARABLES**

Los diferentes wearables son un tipo de gadgets que se encuentran en el mercado. Estos usan algoritmos de encaminamiento y son considerados prendas que pueden acompañar a los usuarios diariamente. Los relojes y pulseras inteligentes de GARMIN [12] que se muestran en la figura 4 son los productos de alta gama y tecnología que usan sistemas de mapas con algoritmos de trayectorias GPS de esta compañía.



*Figura 4 Diferentes wearables disponibles en CES 2016 [20]*

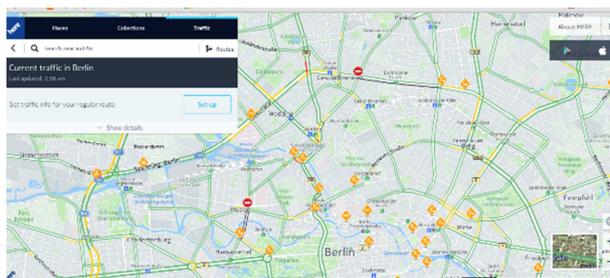
“Creemos que la industria de la tecnología portátil está al borde de la explosión en popularidad de la misma manera que la industria móvil hizo en la última década. Es nuestra creencia de que estamos en el borde de una revolución de la tecnología. Y no nos limitamos a decir un nuevo género de aparatos que golpean las tiendas, estamos hablando de un movimiento del dispositivo y del ecosistema impulsado que cambia las formas en que viven sus vidas: un cambio de paradigma real en el comportamiento humano”[13].

Se evidencia el uso de estos dispositivos de forma exponencial, pues pueden ser utilizados en la vida diaria en diferentes ámbitos como salud, deporte, entretenimiento, o encaminamiento por una ruta hacia un destino previamente establecido. Los dispositivos wearables están revolucionando la forma en cómo se comunican e interactúan los seres humanos entre sí. Estos permiten que más personas se conecten a internet y puedan tener información actualizada utilizando una prenda que puede ser vista además como parte del vestuario de cada usuario.

#### **4 SISTEMAS COMERCIALES**

Entre los sistemas comerciales más utilizados en el mundo se encuentran HERE y Google Maps, con su subsistema GoogleStreetView. Este último utiliza mapas virtuales, permite realizar analogías sobre la red de carreteras o ver información en vivo sobre una carretera de cualquier parte del mundo. Un mapa digital divide una avenida en cientos de segmentos de carretera, los cuales son analizados por el equipo GPS. De esta manera se observa a una red de carreteras como un gráfico, y cada intersección como un nodo. Este tipo de mapa es utilizado por el sistema comercial HERE el cual es un sitio web donde puedes interactuar con mapas digitales y mostrar información de forma stream sobre más de 40 países. Esto es posible gracias al apoyo de los usuarios que se suscriben para contribuir en la actualización de la información en la red de carreteras [4].

La compañía HERE ofrece a sus clientes algo novedoso e innovador, presenta información al instante del tráfico o emergencias que se generan en las vías o información de construcciones de carreteras de grandes ciudades del mundo como se muestra en la figura 5 [5]. La cantidad de datos generada necesitan ser procesados para que sean presentados de manera online al consumidor. Otro servicio que ofrece HERE, es información que al usuario le puede ser beneficiosa en el momento de salir a divertirse con amigos o familia. La plataforma también tiene aplicaciones para dispositivos móviles que permiten almacenar los lugares que más gustan visitar los usuarios y notifican cuando estas cerca del lugar o de alguna sucursal del mismo [6].



**Figura 5** HERE presenta el tráfico actual de diferentes ciudades del mundo [5]

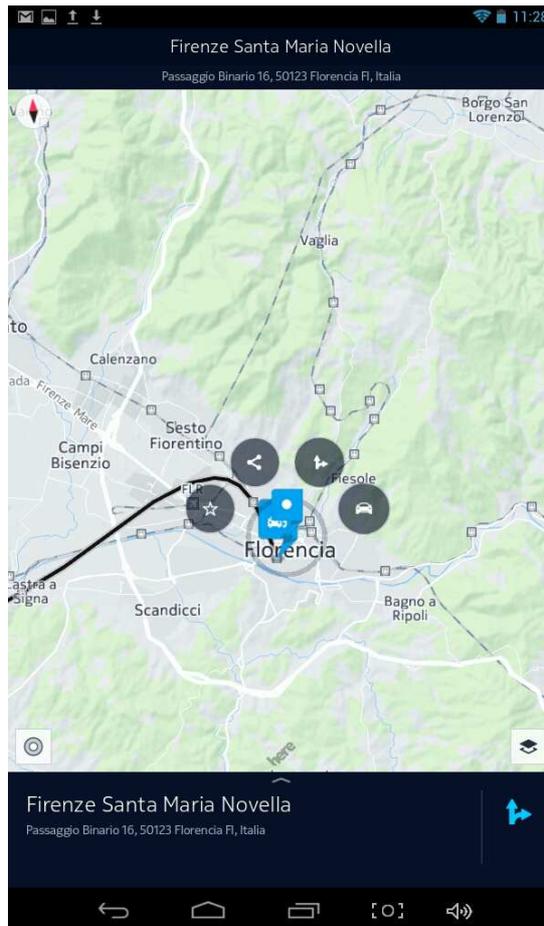
HERE rastrea más de 35 millones de segmentos de carreteras distintos en Estados Unidos y Canadá, brindando información actualizada de lugares específicos, se observa en la figura 5 información actualizada del tráfico vehicular o información relevante para el conductor. Estos datos facilitan la conducción por carreteras interestatales y conducir hacia lugares donde nunca has ido. Para la geo localización se utiliza la plataforma HERE Maps. Esta plataforma brinda información de manera sencilla e intuitiva con solo pulsar sobre en una ubicación, obteniendo la dirección exacta del lugar o como llegar a ese punto. Adicionalmente se brindan tres opciones principales y un servicio [7]:

- Acceso al modo de conducción
- La posibilidad de añadir el lugar a favoritos ese lugar
- La posibilidad de utilizar dicho punto en Glympse,
- Un servicio integrado en la herramienta para crear eventos y realizar reuniones con los contactos que tengan esa aplicación en lugares específicos.

En cuanto a la navegación GPS, HERE Maps ofrece información en tiempo real sobre tráfico y la velocidad máxima a la que se puede transitar en una carretera como se observa en la figura 6. La aplicación además realiza indicaciones al conductor para facilitar aún más la navegación. Los mapas se ofrecen en una vista 3D sobre la ciudad, lo cual contribuye a especificar más la información. Se ofrecen tres capas fundamentales bien diferenciadas:

- Transporte
- Tráfico
- Mapa.

La capa mapa permite visualizar todas las edificaciones de forma volumétrica, por lo que aún con ausencia de texturas, permite ubicar con facilidad en lugares desconocidos a los usuarios. Igualmente en este modo existen algunos edificios emblemáticos modelados con mayor nivel de detalle.



**Figura 6. Navegación en la aplicación HERE Maps para dispositivos android [18]**

Otro de los sistemas comerciales más utilizados en el mundo es Google Maps con su plataforma Street View. Esta última ofrece gran ventaja visual para los usuarios que llegan a una ciudad por primera vez, debido a que muestra la información en dispositivos móviles. Google como compañía ofrece diferentes servicios que se puede observar en la figura 7 [8].



**Figura 7. Marcas comerciales como Google Earth y Google Maps, el logotipo de Maps, la chincheta roja de Google Maps, la palabra y el icono de Street View, así como la palabra y el logotipo del hombrecito naranja.[8]**

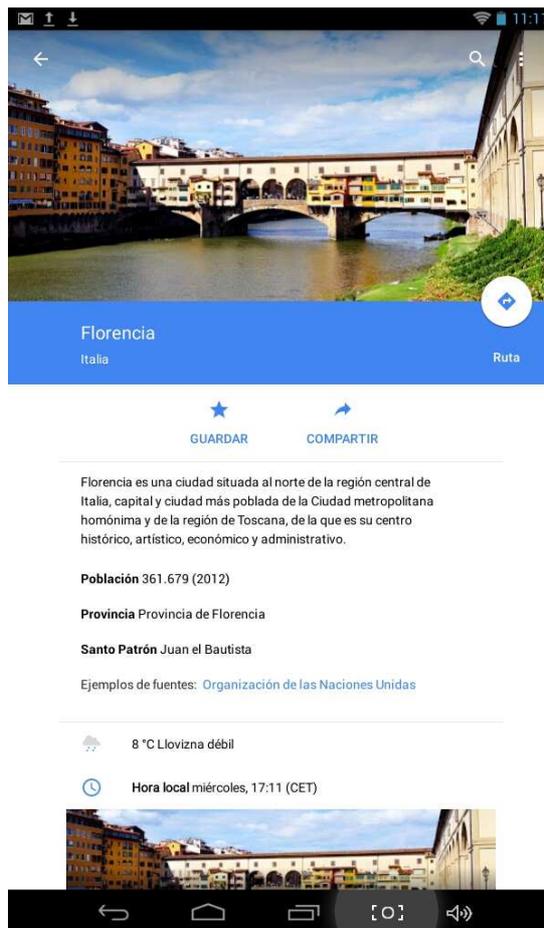


Figura 8. Navegación de la aplicación Google Maps en dispositivos Android. [19]

Para navegación GPS, Google Maps visualiza el mapa en modo satélite y va mostrando en tiempo real la información sobre el estado del tráfico junto al tiempo estimado de llegada. Es posible además visualizar las próximas indicaciones con antelación o incluso marcar sobre la marcha la búsqueda de rutas alternativas. En el sitio web de Google Street View, se detalla, “Explora puntos de referencia en todo el mundo, descubre maravillas naturales y recorre el interior de ciertas ubicaciones, como museos, estadios, restaurantes y pequeñas empresas, gracias a las imágenes en 360 grados que ofrece GoogleMaps con Street View.” [9]

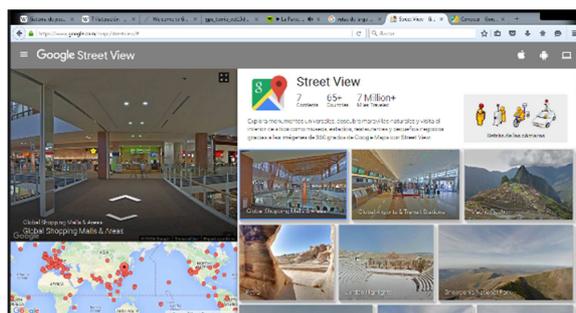


Figura 9. El sitio web de Street View ofrece información en 3D. [9]

Para que todos estos sistemas funcionen necesitan de algoritmos de encaminamientos, los algoritmos seleccionan los datos que un usuario requiere, estos necesitan gráficos de la zona que es requerida para trazar la mejor ruta para procesar información y así mostrarla al usuario el mejor camino de principio a fin.

5 ALGORITMOS DE ENCAMINAMIENTO

Se define a continuación uno de los primeros algoritmos usados para sistemas de encaminamiento.

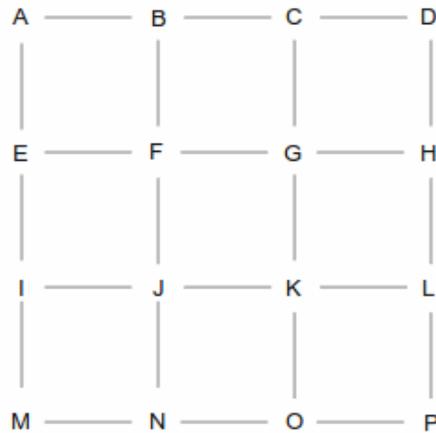


Figura 10. Cuadrícula de nodos [14]

Esto se explica en la figura 10 con una cuadrícula donde, de un punto A, se quiere ir a un punto P, y hay diferentes maneras de ir de un lugar a otro. Existen algoritmos que analizan cada ruta disponible para poder tomar la mejor decisión. Estos algoritmos van de nodo en nodo para determinar cuál es la ruta más corta. Los algoritmos de gráficos transversales han sido estudiados por más de cincuenta años por investigadores y desarrolladores de software para encontrar y desarrollar un algoritmo que cumpla con las diferentes necesidades de transportación que se exige hoy en día. Uno de los primeros algoritmos que utiliza enrutamiento GPS es el algoritmo A\*, este algoritmo analiza un mapa similar a como un humano lo interpretaría [14].

Una computadora necesita un algoritmo que le ayude a percibir un mapa de manera más fácil. Cuando está en un nodo con múltiples posibilidades el algoritmo A\* escoge la ruta óptima y guarda las demás posibles rutas en su base de datos. Para utilizar esas rutas en próximos casos de enrutamiento y no tener que calcular en próximos viajes. Para entender eficazmente la figura 11 detalla lo que hace los algoritmos de gráficos transversales.

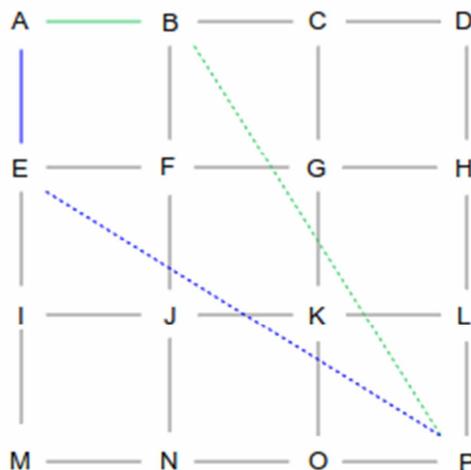


Figura 11. Algoritmo de grafico transversal [14]

Como primer paso, se tiene dos opciones: se puede ir de A a B o de la A a E. En cuanto al equipo se refiere los dos son equivalentes: no hay ruta existente y la línea directa de cada uno de esos puntos para P es la misma longitud. Así que escoge una forma arbitraria, en este caso el camino verde a través de B. Este algoritmo recuerda el camino azul a través de E [14].

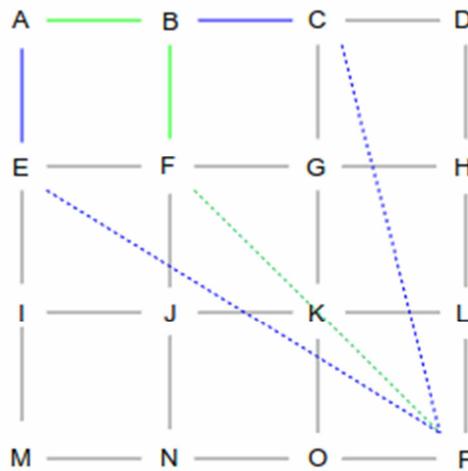


Figura 12. Paso 2 [14]

En la figura 12 se muestra como desde B hay dos opciones: C y F (que se remonta a A no es una opción). Sin embargo, estas dos opciones no son equivalentes. El camino directo desde C es más largo que el camino entre F, lo que hace que la ruta global más larga, por lo que el ordenador elige F. Pero de nuevo, recuerda la ruta a través de C.

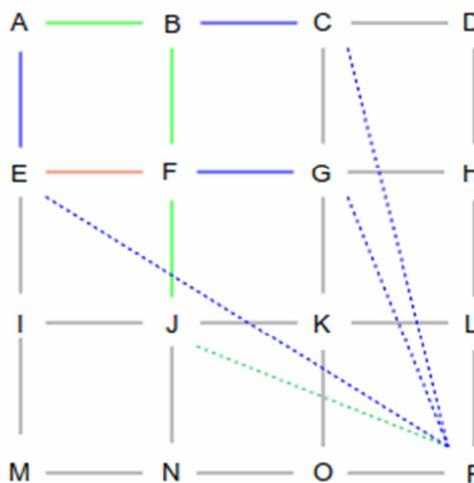


Figura 13. Paso 3 escoger la ruta más óptima [14]

Siguiendo la figura 13, en la intersección M, hay tres opciones: E, G y J. Pero el equipo recuerda que ya tiene un camino que pasa por E. Y puesto que la línea directa de E a P es el mismo sin importar cómo llegar allí, se descarta - y olvidar - la expedición ABFE, porque AE es más directo. Esta operación deja con rutas a través de G y J, y de nuevo, esta es una elección arbitraria.

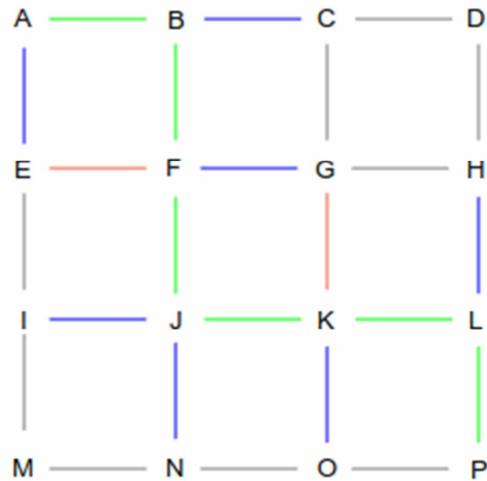


Figura 14. Recorrido total más corto [14]

Finalmente como se observa en la figura 14, el equipo hará su camino a P. En el camino que va a recordar varias rutas, y descartar otros, siempre siguiendo el recorrido total más corto. La utilización de este algoritmo es excelente para seleccionar recorridos más cortos entre dos puntos o lugares, ya que va seleccionando rutas de carreteras de forma arbitraria. El recorrido que no escogería este algoritmo es ABCDHLP porque lo llevaría más lejos de la línea directa de A a P, aunque sea la misma longitud. Para las rutas que están siendo recordadas en la base de datos, en la figura 15 se observa que se puede dar marcha atrás para regresar a un punto específico, cuando el ordenador se pone a punto K, su única opción es ir a G. Sin embargo, ya tiene un camino a través de G que es más corto.

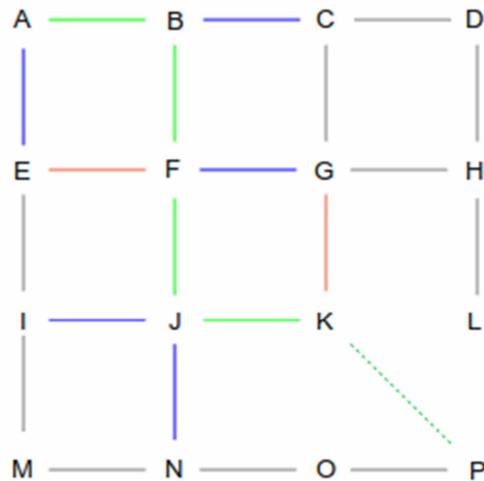


Figura 15. Retroceso [14]

Ya que no hay otro camino en la figura 16 se descarta la ruta a través de K y examina J y G de nuevo. Se aplica la misma regla, escoger el trayecto más corto.

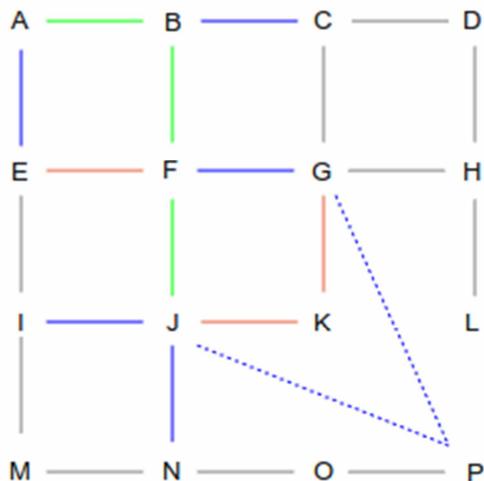


Figura 16. Calcular la distancia de regreso [14]

Este modelo conceptual es muy útil para entender de forma conceptual como trabajaban los algoritmos de tráfico de recorrido, pero el mundo real no es una cuadrícula, y la distancia no suele ser el factor más importante en la elección de una ruta, el tiempo transcurrido si es el factor que más influye a los usuarios que utilizan sistemas de GPS.

Para realizar el cálculo del tiempo transcurrido la forma más sencilla es observar el límite de velocidad de los segmentos de carretera y asumir que el tráfico se moverá a esa velocidad. Implementaciones más sofisticadas tienen en cuenta las señales de alto, semáforos y tráfico vehicular en la vía. Estos algoritmos presentan mejoras considerables, entre las que se encuentran la toma de decisiones en la vía como por ejemplo decidir girar a la derecha y tomar una ruta alternativa. Esto depende de cómo la computadora y la memoria funcionan con el sistema que tiene implementado el algoritmo A\*. Empresas como Google o Here utilizan algoritmos que están almacenados en servidores de cada una de estas empresas.



Figura 16. Información de mapas virtual en un dispositivo GPS. [21]

Para las rutas de larga distancia, la unidad GPS tratará de encontrar el camino más corto desde donde se encuentre a la arteria más cercana. Dependiendo de qué tan lejos está su destino, se podría entonces seguir la red arterial de la autopista de acceso limitado cercano. Una vez en la red arterial y/o red de carreteras, se trata de conseguir una ruta lo más cercano a su destino como sea posible hasta encontrar su destino. El objetivo es encontrar el destino dentro de un centenar de segmentos de carretera, el tiempo de cálculo y el consumo de memoria para las rutas recordadas pueden convertirse en excesiva [11].

Por otra parte, dada la distancia de viaje corto, el GPS puede haber optado por ignorar la red de carreteras de acceso limitado. Aunque los límites de velocidad son más altos, tales carreteras a menudo llevan lejos del camino. Esto significa más tiempo de CPU y la memoria dedicado a la búsqueda de una ruta del origen a su destino y uno de los objetivos de diseño

clave para una interfaz de usuario es la respuesta rápida. Ese objetivo puede dejar sin efecto el objetivo de encontrar el camino más corto.

## 6 RESULTADOS

En esta sección se van a analizar algoritmos de búsqueda A\* y Beam debido a que estos optimizan la búsqueda en cada nodo del grafo a través de búsquedas heurísticas. Se muestra una matriz de comparación donde se definen las características más importantes de estos algoritmos.

*Tabla 1. Matriz de comparación*

	<b>A* search algorithm [22]</b>	<b>Beam search algorithm [23]</b>
DESCRIPCIÓN BREVE	Es un algoritmo informático que se utiliza ampliamente en la búsqueda de caminos y recorrido gráfico, el proceso de planear una ruta eficiente transitable entre varios puntos, llamados nodos.	Es un algoritmo de búsqueda heurística que explora un gráfico mediante la ampliación del nodo más prometedor en un conjunto limitado.
USOS	A* se utiliza comúnmente para el problema de búsqueda de caminos comunes en aplicaciones como juegos, pero fue diseñado originalmente como un algoritmo gráfico de recorrido.	Una búsqueda del haz es la más utilizada para mantener la trazabilidad en grandes sistemas con insuficiente cantidad de memoria para almacenar todo el árbol de búsqueda.
APLICACIONES	Se encuentran aplicaciones a diversos problemas, entre ellos el problema de analizar el uso de gramáticas estocásticas en NLP.	Se utiliza en traducción automática de sistemas.
VENTAJA	Destaca por su rendimiento y precisión, tiene un amplio uso. Al igual que la búsqueda en amplitud, A* es completo y siempre encuentra una solución si existe. Además es eficiente en búsquedas heurísticas por los nodos del árbol.	Los estados en el nivel actual (ancho de haz) pueden ser fijo o variable. Un enfoque que utiliza un ancho de haz variable comienza con la anchura en un mínimo. Si no se encuentra ninguna solución, el haz se ensancha y se repite el procedimiento.
DESVENTAJA	El tiempo de búsqueda heurística depende de cuán grande sea el árbol a recorrer. En el peor de los casos si los nodos no tienen límites, el tiempo de búsqueda es exponencial.	No es óptimo (es decir, no hay garantía de que va a encontrar la mejor solución). Devuelve la primera solución encontrada.

## 7 CONCLUSIÓN Y TRABAJO FUTURO

La variada gama de aplicaciones obtenida en la actualidad por los algoritmos de encaminamiento y las diferentes áreas para desarrollar nuevas plataformas o aplicaciones que están siendo utilizadas en diferentes dispositivos móviles ayudan a mejorar la movilidad de las personas con información precisa y oportuna sobre su localización. El análisis de los diferentes dispositivos y plataformas para la geo localización de personas mejoró la comprensión del área de estudio y permitió establecer la aplicabilidad de estas tecnologías. El análisis comparativo de los algoritmos seleccionados facilitó la selección de A\* para realizar búsqueda y trazado de rutas. Como trabajo futuro se prevé la implementación de estos algoritmos y su evaluación práctica para obtener resultados comparativos en diferentes ambientes.

## REFERENCIAS

- [1] GPS.gov. Government information about the Global Positioning System (GPS). *Government information about the Global Positioning System (GPS) and related topics*. [En línea] 25 de Noviembre de 2014. <http://www.gps.gov/applications/>.
- [2] Jorge, Fallas. Repositorio de UCIPFG. *Repositorio de UCIPFG Sitio Web*. [En línea] 2002. [Citado el: 02 de Enero de 2016.] [http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-3/complementarias/Sistemas\\_de\\_posicionamiento\\_global.pdf](http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGAP/MGAP-05/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad-3/complementarias/Sistemas_de_posicionamiento_global.pdf).

- [3] INFORMÁTICA HOY. INFORMÁTICAHoy. *INFORMÁTICA HOY Sitio Web*. [En línea] Informática, tecnología e Internet sin complicaciones, 2013. [Citado el: 2 de Enero de 2016.] <http://www.informatica-hoy.com.ar/gadgets/Que-son-los-Gadgets.php>.
- [4] Here. LEGAL HERE . *LEGAL HERE - Terms - Supplier requirements for HLP Developers web site*. [En línea] 2015. <https://legal.here.com/terms/supplier-requirements/hlp-developers/>.
- [5] HERE. MAPS HERE. *MAPS HERE Web site*. [En línea] 2015. <https://maps.here.com/traffic/us/san-francisco?map=37.77712,-122.41964,9,traffic&x=ep>.
- [6] —. MAPS HERE. *MAPS HERE - Places web site* . [En línea] 2015. <https://maps.here.com/usa/oakland/restaurant/tacos-sinaloa--8409q9nf-64f77de1082d46cbace7a66a35fc3542?map=37.79533,-122.19325,13,normal&msg=Tacos%20Sinaloa>.
- [7] uptodown. upTOdown blog. *upTOdown Sitio Web*. [En línea] 2015. [Citado el: 06 de Enero de 2016.] <http://glympse.uptodown.com/android>.
- [8] Google. Google Permisos. *Google Permisos sitio web*. [En línea] 2025. <https://www.google.com/permissions/geoguidelines.html#streetview>.
- [9] Google Street View. Street View. *GOOGLE Street View* . [En línea] 2016. [Citado el: 2 de Enero de 2016.] <https://www.google.com/intl/es-419/maps/streetview/>.
- [10] GoogleMaps. GoogleMaps. *GoogleMaps -trafic- Web site*. [En línea] 2015. <https://www.google.com/maps/dir/70+Decatur+St,+Boston,+MA+02129,+EE.+UU./12+E+Vine+St,+Kissimmee,+FL+34744,+EE.+UU./@35.019188,-85.5516003,5z/data=!3m1!4b1!4m13!4m12!1m5!1m1!1s0x89e370f6dedbe1f1:0xa2d43ce661e943f3!2m2!1d-71.0543371!2d42.3778322!1m5!1m1!1s>.
- [11] GOOGLE. GoogleMaps. *GoogleMaps web site*. [En línea] 2015. [https://www.google.com.ec/maps/dir/"Quilotoa/@-0.8836258,-79.7854079,8z/data=!4m13!4m12!1m5!1m1!1s0x0:0x1d61939b42d442f!2m2!1d-79.9204883!2d-2.1593274!1m5!1m1!1s0x91d4ec63df38bf93:0x94893a33a69aba94!2m2!1d-78.9119444!2d-0.8480556?hl=es](https://www.google.com.ec/maps/dir/).
- [12] GARMIN. GARMIN. *GIVE A GARMIN Web site*. [En línea] 2015. <https://buy.garmin.com/es-ES/ES/c10002-p1.html>.
- [13] WAREABLE . WAREABLE Tech for your conected self. *WAREABLE Editorial Promise Web Site*. [En línea] 2015. [Citado el: 15 de Enero de 2016.] <http://www.wearable.com/promise>.
- [14] Gregory, Keith. Blog Keith Gregory. *Blog Keith Gregory How a GPS Calculates Routes*. [En línea] 18 de Diciembre de 2011. [Citado el: 2 de Enero de 2016.] <http://blog.kdgregory.com/2011/12/how-gps-calculates-routes.html>.
- [15] Koepfel, Dan, y otros. Popular Mechanics. *Popular Mechanics Web site*. [En línea] 15 de Septiembre de 2005. [Citado el: 20 de 01 de 2016.] <http://www.popularmechanics.com/adventure/outdoors/a309/1793762/>.
- [16] SITECH . SITECH Su proveedor de tecnología de construcción. *SITECH Sitio Web*. [En línea] 2011. [Citado el: 19 de Enero de 2016.] [http://www.sitech.es/productos/sistemas\\_3D.jsp](http://www.sitech.es/productos/sistemas_3D.jsp).
- [17] Mashable Tech Team. Mashable's Best of CES 2015. *Mashable Tech Team Web site*. [En línea] Enero de 2015. [Citado el: 20 de Enero de 2016.] <https://www.pinterest.com/pin/136445063686540593/>.
- [18] Hidalgo, Raul Nassib. Captura de pantalla. *Navegación en la aplicacion HERE Maps para dispositivos android*. Guayaquil : s.n., 16 de 01 de 2016. Screen shot .
- [19] —. Captura de pantalla. *Navegación de la aplicación Google Maps en dispositivos Android*. [Imagen]. Guayaquil, Ecuador : s.n., 06 de Enero de 2016. Screen shot sobre la ciudad de Florencia.
- [20] Tipton, Adriana. TECH NEWS TODAY - Here are three great devices unveiled at this year's CES that you'll want to get on your wrist ASAP. *TECH NEWS TODAY Web site*. [En línea] 06 de Enero de 2016. [Citado el: 20 de Enero de 2016.] Wearable Technology. <http://www.technewstoday.com/27991-3-must-have-wearables-you-missed-in-ces-2016/>.
- [21] DIY Network. DIY Network - 40 Top Products from I Want That, Season Three. *DIY Network Web site*. [En línea] 2016. [Citado el: 20 de Enero de 2016.] <https://www.pinterest.com/pin/454371049885717176/>.