

# Kiroltrack: Innovando la gestión de rutas

*Plataforma de servicios web de geo-referenciación social,  
multi-deporte y personalizable.*

Lizarralde, Osane; Serna, Ainhoa; Perez, Alain; Arenaza, Alberto; Salor, Alex; Larrinaga, Felix;

Goiru kalea, 2; Mondragon Unibertsitatea; 20500 Arrasate-Mondragón

olizarralde@mondragon.edu; aserna@mondragon.edu; aperez@mondragon.edu; a.arenazaz@lks.es;

asalor@mondragon.edu; flarrinaga@mondragon.edu;

## Abstract

Los servicios web de geo-referenciación presentan oportunidades de aplicación en múltiples sectores, industriales y de servicios. Kiroltrack es un prototipo y pretende ser un ejemplo de aplicación en el ámbito de la actividad deportiva, cercano al Turismo y a la Salud. Una dimensión de aportación de valor a la oferta de plataformas de servicios web de geo-referenciación identificada en este estudio, está basada en la creación de servicios personalizados y la creación de nuevas formas de gestión de rutas, tales como la creación de una ruta personalizada a partir de unas rutas previas, búsqueda de rutas similares a una ruta predeterminada, como puede ser la relativa a un evento deportivo, la partición de una ruta en varias rutas diferentes para planificar un entrenamiento, diseñar rutas off-road, etc. El desarrollo de éstas se presenta en el artículo.

**Keywords:** gestión de rutas innovadoras, rutas personalizadas

## Resumen/Laburpena

Geo-erreferentziako web zerbitzuek hainbat sektoretan aplikatzeko aukerak eskaintzen dituzte, industrian zein zerbitzuetan. Kiroltrack prototipo bat da, eta kirolaren arloan aplikatzeko adibidea izan nahi du, Turismotik eta Osasunetik hurbil. Azterketa honetan geo-erreferentziako web zerbitzuen plataformen eskaintzari balioa erantzen dion dimentsio bat identifikatu da, eta horren oinarrian zerbitzu pertsonalizatuak sortzea dago, aurretiazko ibilbideetatik abiatuta ibilbide berriak kudeatzeko modu berrietan oinarrituta, edo aurretiaz zehaztutako ibilbide baten antzeko ibilbideak bilatzeko –esaterako, kirol ekitaldi baterako–, edo entrenamendu bat prestatzeko ibilbide bat hainbat zatitan banatzeko, edo off-road ibilbideak diseinatzeko, etab. Artikuluan horien garapena aurkezten da.

**Keywords:** ibilbide kudeaketa berritzaileak, ibilbide pertsonalizatua

## 1. Introducción

Este artículo presenta los resultados del proyecto de investigación desarrollado en el marco de un proyecto universidad-empresa financiado por el departamento de educación del Gobierno vasco durante los años 2012-13 y cuyo objetivo era abordar un trabajo de investigación en tecnologías, modelos y metodologías para

materializar una plataforma de servicios web de geo-referenciación de soporte a la creación de una red social integral, multi-deporte y personalizable, éste último como marco de experimentación de estas tecnologías.

En este artículo se describen los resultados del análisis realizado, las tecnologías de desarrollo de la plataforma Kiroltrack y las

funcionalidades implementadas en éste, centrado de forma especial en la gestión de rutas innovadora. Finalmente se presenta un caso de uso de adaptación de esta tecnología a soluciones fitness industriales.

## **2. Estado del arte**

Los resultados del estudio del estado del arte realizado en el proyecto se han publicado en tourGUNE Revista de Turismo y Movilidad Humana<sup>1</sup>. Se han analizado aplicaciones existentes en el ámbito de la actividad deportiva, aspectos como funcionalidades o servicios que ofrece al usuario, tecnologías que emplea para su funcionamiento y modelo de negocio gracias al cual obtiene, eventualmente, beneficio económico.

Las conclusiones a las que se llega es que la viabilidad de una plataforma de servicios web multi-deporte requiere considerar las siguientes características:

- Desarrollo extenso de Social Media.
- Gestión de datos personalizados (integración con dispositivos de medición).
- Servicios de gestión de rutas completo, más desarrollo a continuación.
- Servicios de gestión y explotación de POIs.
- Desarrollo multiplataforma, donde poder ir integrando nuevos servicios.
- Versión para móviles.
- Como modelo de negocio, el servicio a menudo se encuentra asociado a una marca de productos, con una buena base gratuita, pero se perfila como opción la posibilidad de suscripción, con servicios Premium personalizados, cobro por publicidad, etc.

Se identificaba como característica destacable frente al resto de aplicaciones ya existentes, el considerar la personalización

de datos y servicios, incluidas en la gestión de rutas.

Además, la explotación de los puntos de interés sobre la ruta o POIs, incluyendo estos últimos incluso con tecnologías novedosas como la realidad aumentada.

Otra característica es el potencial de poder interoperar con otros dispositivos o accesorios.

La gestión de rutas ofrece la oportunidad de incluir nuevas opciones que se cree pueden aportar un gran valor al deportista: personalizar rutas a partir de otras rutas, buscar rutas similares a una ruta, definir rutas off-road, partir una ruta determinada en más rutas, etc.

## **3. Tecnologías de base**

Estas características pasan a ser consideradas requisitos del prototipo Kirotrack y se seleccionan las siguientes tecnologías:

- Javascript
- JQuery
- Google Maps
- Google FusionTables
- PHP
- Joomla, y Joom social
- MySQL

*Fusion Tables*<sup>2</sup> es un servicio de Google de administración de grandes conjuntos de datos tabulares en la nube. Esta herramienta web, permite subir tablas, compartirlas con colaboradores o hacerlas públicas, permite aplicar filtros y añadir más información a los datos, N-dimensiones, visualizarlos en mapas (*Google maps*) y en otros gráficos (*Google Visualization API*), fusionar datos de varias tablas y exportarlos a la web o a archivos CSV.

Además de poder guardar tipos de datos tradicionales (número, texto...), permite guardar datos de tipo "Location", una coordenada, una serie de coordenadas (línea), o una serie de coordenadas cerradas

(polígono). Esto permite recoger fácilmente ubicaciones geográficas, y usando las funciones que Google proporciona poder representarlas en un mapa. Kirotrack utiliza 2 tablas de *Fusion Tables*:

- Route2: Tabla realizada para guardar la información referente a las rutas que se crean en el programa.
- POI: Tabla realizada para guardar los POIs (*Point Of Interest*) o puntos de interés que los usuarios pueden agregar a las diferentes rutas.

La forma de guardar los datos y su representación en la aplicación desarrollada puede ser observada en la figura siguiente:



Figura. 1. Fusion tables

Además, las *Fusion Tables* soportan sentencias SQL, ya que se trata de una base de datos en la nube, pudiendo filtrar y manipular los datos a mostrar en el mapa. La característica más interesante es el soporte de sentencias SQL geo-espaciales en base a los datos de geo-localización de cada registro.

La combinación de las Fusion Tables con la API de Google Maps facilita el almacenamiento de grandes conjuntos de datos en la nube.

#### 4. Gestión de rutas

Las funcionalidades de gestión de rutas son aquellas que van ligadas directamente a proporcionar nuevas experiencias a los usuarios relacionadas con la iteración con las rutas.

A continuación se presentan una serie de opciones básicas como:

- crear ruta
- mis rutas
- buscar rutas
- subir ruta
- activar/desactivar rutas

Y después, las funcionalidades que marcan el diferencial, tales como:

- personalización de rutas.
- rutas similares.
- partición de rutas
- rutas Off-road.

##### 4.1. Crear ruta

La opción *crea tu ruta* permite al usuario crear una nueva ruta personal. Se le muestra la edición de un mapa, donde el usuario con dos clicks marca el punto de partida y de destino final de la ruta respectivamente.

Cuando el usuario selecciona la ruta, se le muestra en pantalla la distancia de ésta, y una referencia del tiempo aproximado para llevarla a cabo. Este dato representa un tiempo de referencia para llevarla a cabo en el deporte elegido.

El mapa se adapta a la ruta, y se muestra de forma que la visibilidad sea total de la ruta, y máxima para con la pantalla del dispositivo.

También aparece el relieve de la ruta, y el usuario puede añadir además del nombre que desea, comentarios relativos a la práctica deportiva en la ruta, características de ésta, etc.



Figura. 2. Información de nueva ruta.

#### 4.2. Mis rutas

La opción *mis rutas* es para que un usuario pueda acceder a sus rutas personales.

Se le muestra toda la lista de rutas, y en el mapa aparecen las rutas coloreadas en diferentes colores en base a un criterio relativo a la longitud de éstas.

Una vez seleccionada la ruta, ésta se visualiza en el mapa, tal y como se muestra en la siguiente figura. Se incluyen también los POIs.

Los POIs están categorizados, y cada categoría tiene su propio símbolo significativo<sup>3</sup>.



Figura. 3. Mis rutas de KiroTrack.

El usuario puede introducir el POI en base a una determinada categoría (ver Figura 6) y puede introducir todo tipo de información (foto, texto, vídeo,...) (ver Figura 5).



Figura. 5. POIs

Clicando en la flecha que aparece en el lado derecho, permite bajarse la ruta en un fichero .gpx.



Figura. 4. Detalle de ruta de KiroTrack

#### 4.3. Buscar ruta

La opción *buscar ruta* sirve al usuario para buscar entre las rutas propias, o las públicas, compartidas por otros usuarios.

En esta opción se parte de un punto, movable con el ratón, y se indica el tipo de tamaño de ruta que se desea localizar alrededor de este punto de partida inicial.

Las rutas que localiza que cumplan esta condición aparecen coloreadas a través de

una visualización más gráfica, más usable por el usuario, tal y como se representa en la siguiente figura.



Figura. 5. Búsqueda de rutas de tamaño límite, alrededor de un punto

#### 4.4. Subir ruta

La opción *subir ruta* es para subir una ruta, generada por algún dispositivo GPS, o la compartida por otros usuarios en ésta u otras plataformas. Aparece el botón *Examinar* y clicando en él, se ofrece la posibilidad de seleccionar un fichero .gpx a incorporar como nueva ruta.

#### 4.5. Activar/desactivar rutas

Mostrar/ocultar las rutas realizadas previamente mediante un botón para la ayuda en la hora de la creación de nuevas rutas con la interfaz de Google.



Figura. 6. Activación/Desactivación de rutas

#### 4.6. Personalización de rutas

La personalización o combinación de rutas consiste en crear una ruta a partir de otras rutas existentes, tal y como se presenta en la siguiente figura.



Figura. 7. Personalización / Combinación de rutas de Kirotrack

En la primera fase el usuario tiene un mapa con sus rutas, y tiene que clicar aquellos lugares por donde le gustaría pasar. El usuario decide poner los puntos de inicio y final para crear su propia ruta basada en las anteriores, e.g., en de la izquierda los pone a diferentes lados de la intersección, mientras que en el caso de la derecha están ambos al mismo lado.



Figura. 8. Simulación de segmentos a eliminar para crear la ruta resultante

Además incluye información básica para la creación de una nueva ruta, tales como el nombre y la descripción.

El cálculo de intersecciones es una tarea complicada. Se comienza por recibir las rutas que participan en la operación y la

coordenada exacta donde han sido clicadas. Una vez obtenidos estos datos se envían a la parte lógica del programa y se sigue el siguiente proceso:

- obtener coordenada más cerca ruta1.
- obtener coordenada más cerca ruta2.
- ejecutar algoritmo de corte.

El sistema que se utiliza para saber en qué coordenada ha pulsado el usuario es el de realizar una resta en valor absoluto entre el dato del usuario y los puntos que se tengan de esa ruta, la que más se aproxime al 0 será la coordenada guardada que se tomará como inicio.

La primera ruta debe de ser cortada desde su inicio hasta la coordenada obtenida en el paso anterior (1) ya que el usuario ha especificado que quiere una ruta de ahí en adelante.

Por lo tanto se debe recorrer el fichero GPX eliminando coordenada hasta llegar al punto pulsado.

Se repite la misma operación para la ruta2. Se tiene que obtener la coordenada más cercana que se dispone al punto pulsado por el usuario y después cortar la ruta, sólo que esta vez se del punto en adelante y no hasta llegar al punto (2).

A continuación se debe encontrar cuál es el algoritmo de corte y para ello se sigue la siguiente técnica (3 y 4): se cogen las primeras 2 coordenadas de la ruta1 y se forman con ellas una línea en un espacio 2D, se repite la misma operación con la ruta2 y se comprueba si esas 2 líneas se intersecan.

En caso de que no exista una intersección, se comprueba con todas las líneas que puedan surgir entre los pares de coordenadas que se disponen de la ruta2.

De esta manera se comprueba si el primer par de coordenadas de la ruta1 interseca con alguna. En caso de que no lo haga se copia ese par de la ruta1 al GPX final.

Es importante tener en cuenta que todas las líneas se interceptan en el espacio 2D, por lo que se debe comprobar si su punto de intersección está dentro de la ecuación de ambas líneas (intersección entre segmentos).

Si en algún momento se encuentran 2 segmentos que se intersecan se calculará el punto de corte, se incluirá en el GPX final y a partir de ahí se seguirán copiando las coordenadas de la ruta1.

Si existen más de una intersección con rutas el procedimiento a seguir es el siguiente; la ruta obtenida pasa a convertirse en una ruta1 y la nueva se convertirá en la ruta2

La nueva ruta es el conjunto de coordenadas resultantes que han quedado guardadas en el GPX final.

Para guardar la ruta se sigue el mismo procedimiento que con una ruta creada con la ayuda de la API de Google y se guarda en el sistema utilizando el modelo vista controlador.

#### 4.7. Búsqueda de rutas similares

La opción *rutas similares* permite que, cuando ya ha sido seleccionada una ruta, busque en la base de datos de rutas, alguna otra ruta similar, en cuanto a características de longitud y elevación, altura máxima, altura media, desnivel medio y geoposicionamiento.

Esta opción permite a un usuario buscar rutas que se asemejen a un trazado de una carrera para la cual necesita entrenarse. Por ejemplo, un corredor guipuzcoano que se está entrenando para correr en la maratón de New York, podría seleccionar una ruta de similares características partiendo del punto de origen elegido, e.g. Donostia.



Figura. 9. Opción de búsqueda de rutas similares de Kirotrack

El usuario elige una ruta, y después establece el lugar cerca del cual quiere realizar la búsqueda. De esta ruta se obtienen los datos de altitud media, desnivel medio y longitud.

A continuación, y para el cálculo de las rutas similares, se realiza una consulta geo-localizada (utilizando las funcionalidades de las *fusion tables*) que nos muestra las rutas en un radio de 10 km de la ruta origen y que sus características de longitud, altitud máxima, altitud media y desnivel medio no tenga una diferencia mayor al 5% de la ruta origen.

Una vez detectadas las rutas que encajan con las características arriba expuestas se recogen y se muestran utilizando la interface de "lista de rutas", similar a la opción "mis rutas".

#### 4.8. Partición de rutas

La opción *participación de rutas* ofrece la posibilidad de dividir una ruta en diferentes rutas, con objeto de facilitar un entrenamiento por ejemplo en sus primeras fases.

#### 4.9. Diseño de rutas Off-Road

La mayoría de los productos analizados en el estado del arte ofrecían los servicios de creación de rutas basados en Google, sin embargo, para la práctica de ciertos deportes, se veía interesante el incorporar la opción off-road o creación de rutas fuera de pista.

Tras el análisis, se optó por implementar una opción similar a WikiLoc, ya que permitía al usuario crear líneas rectas clicando en un mapa que servía como fondo para después memorizar las coordenadas clicadas.

La interface de ediciones igual a la de creación de ruta normal, pero se habilita una nueva opción en el menú principal. Como fondo se presenta el mapa en relieve.

Se habilita la llamada a las funciones de dibujo que la API javascript de Gmaps nos ofrece, recogiendo cada punto clicado como nueva coordenada para el archivo GPX que se genera. De esta manera el usuario verá líneas rectas dibujadas y podrá pintar su ruta sobre cualquier superficie (mar, montaña) y a continuación se recogen las coordenadas.

Para poder ayudar al usuario a la hora de dibujar una ruta y ser conscientes de que es probable que existan errores al dibujar la ruta a la primera, se ha habilitado un botón en la esquina superior derecha del mapa que nos permite borrar el último movimiento.

Finalmente, se da la opción de generar un archivo GPX con las coordenadas recogidas y habilitar la ruta, para mediante el modelo MVC (modelo-vista-controlador) guardar las rutas en la base de datos.

A continuación se muestra en la figura un ejemplo de ruta off-road.



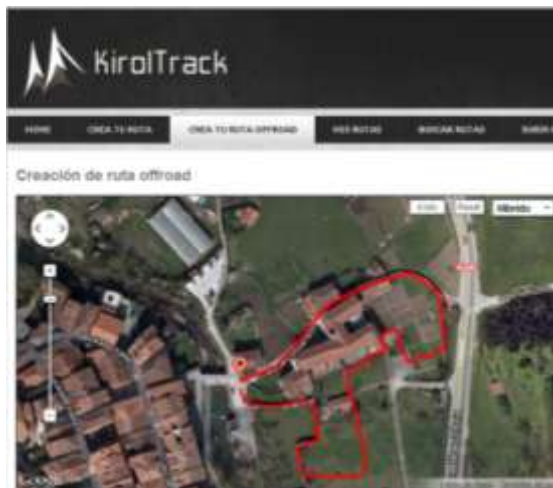


Figura. 10. Creación de ruta Off-road de KiroTrack: opción de menú, botones de dibujo y ruta resultante

## 5. Caso de uso

Una empresa industrial que dispone de máquinas *fitness* con una aplicación que simula la ejecución de una ruta, requiere que previamente esa ruta deba ser ejecutada, y planteó al equipo de proyecto el reto de utilizar las rutas creadas directamente en KiroTrack. A la empresa le suponía el Valor Añadido de ejecutar toda la riqueza de rutas de *Google maps*, y KiroTrack, y el ahorro de recursos de ejecución de rutas. El reto requería incluir la componente de altitud en los ficheros GPX que se generaban.

Así se optó por la opción de recorrer una a una todas las coordenadas que se disponían y preguntarle a una funcionalidad de la API de Google cuál era la altitud en esa ubicación, e incluir en el archivo GPX como un atributo más de las coordenadas siguiendo el estándar vigente. Se utilizó *ElevationService*<sup>4</sup>, que es una librería que proporciona opciones relativas a la altitud. Dentro de esa librería se ha usado la funcionalidad *getElevationForLocations* que nos permite obtener la altitud de una ubicación concreta (coordenada).

Una vez introducida la altitud en las rutas exitosamente, surgió un problema añadido:

el dispositivo patinaba en desniveles superiores al 10%.

Este problema derivó en la obligación de tener que “suavizar” las rutas para que no superasen nunca tal desnivel.

Para analizar la relación del cálculo del desnivel con la altitud se aplicó la siguiente fórmula para la relación entre el desnivel y la altitud:

$$\text{Pendiente\%} = (\text{metros ascendidos} / \text{metros recorridos}) \cdot 100$$

### Ejemplo real: Udana



- Puntos necesarios para crear el puerto: 381
- Puntos con altura modificada al 9,5%: 90 (23,6%)
- Puntos con altura modificada al 15%: 43 (11,28%)
- Puntos con altura modificada al 20%: 22 (5,77%)
- Puntos con altura modificada al 25%: 5 (1,31%)

Figura. 11. Suavizado de la ruta de Udana

## 6. Agradecimientos

Este proyecto ha sido desarrollado en el marco del programa Universidad-Empresa, financiado por el departamento de Educación<sup>5</sup> del Gobierno vasco. Se agradece a las empresas LKS e ISEA S.Coop., por ser colaboradoras en el proyecto de investigación, aportar sus conocimientos y su apoyo en las diferentes fases del proyecto.

## 7. Referencias bibliográficas

<sup>1</sup> tourGUNE Revista de Turismo y Movilidad Humana”, <http://journal.tourgune.org/es/>.

<sup>2</sup> About Fusion Tables: <https://support.google.com/fusiontables/answer/2571232>. Last access 2013-01-30

<sup>3</sup> icons: <http://code.google.com/p/google-maps-icons/wiki/IconDescriptions>. Last access 2013-09-30.

<sup>4</sup> Servicio de elevación de Google: <https://developers.google.com/maps/documentation/elevation/?hl=es>. Last access 2013-09-30.



---

<sup>5</sup> <http://www.hezkuntza.ejgv.euskadi.net/r43-2591/es/>, Last access 2013-09-30