

Generación automática de mapas de baches a partir de imágenes capturadas mediante dispositivos móviles

GARCÍA-CARRASCO, Uriel†, SABINO-MOXO, Beatriz Adriana*, SÁNCHEZ-ACEVEDO, Miguel Ángel y MARQUÉZ-DOMÍNGUEZ, José Alberto

Universidad de la Cañada

Recibido Julio 3, 2017; Aceptado Septiembre 6, 2017

Resumen

En este artículo se describe un sistema que emplea metadatos en imágenes para localizar geográficamente daños en vialidades como: baches, malformaciones, levantamiento de loza, fisuras y grietas, el objetivo es apoyar en la inspección y mantenimiento de vialidades para disminuir su deterioro. La metodología empleada considera lo siguiente: primero, se toman las imágenes de los daños presentes en las vialidades con un dispositivo móvil con GPS, segundo, se cargan las imágenes al sistema y se obtienen los *tag's* de metadatos (grados, minutos y segundos) de la imagen a partir de la especificación *Exif*; tercero, al obtener dichos *tag's* se realiza una conversión de los metadatos obtenidos a latitud y longitud. Cuarto, se realiza una descripción del tipo de daño en la imagen y posteriormente se almacena en una base de datos. Posteriormente, a partir de los datos geográficos de cada imagen almacenada y con el uso de la API de *Google Maps*, se genera el mapa en donde se muestra la ubicación de cada uno de los baches o deterioros obtenidos. Finalmente, el sistema permite generar un reporte en formato PDF que contiene detalles de los daños, así como el mapa de la ubicación de cada uno de ellos.

Metadatos, tag's, Exif, información geográfica, API

Abstract

The present document describes a system which allows to locate geographically the damages present in pavements through the use of metadata in images. Damages are classified as: potholes, malformations, pavement lifted, and pavement cracks. The objective is to assist in the inspection and maintenance of roads, such that the deterioration does not increase. The methodology for carrying out the inspection is as follows: first, the images of the damage present on the roads are taken with a mobile device that has GPS; second, the images are loaded to the system, and simultaneously, the metadata tags (degrees, minutes and seconds) of the image are obtained from the *Exif* specification; third, the obtained metadata tag's are converted to latitude and longitude; fourth, a description of the type of damage that is observed in the image is generated and stored in a database. Subsequently, based on the geographic data of each image and using the *Google Maps* API, a map is generated showing the location of each of the potholes or deteriorations that were obtained. Finally, the system allows to generate a report in PDF format which includes details of the damages as well as the map that contains the locations.

Metadata, tag's, Exif, geographic information, API recognition

Citación: GARCÍA-CARRASCO, Uriel, SABINO-MOXO, Beatriz Adriana, SÁNCHEZ-ACEVEDO, Miguel Ángel y MARQUÉZ-DOMÍNGUEZ, José Alberto. Generación automática de mapas de baches a partir de imágenes capturadas mediante dispositivos móviles. Revista de Cómputo Aplicado 2017, 1-3: 15-21

* Correspondencia al Autor (Correo Electrónico: beatriz_sabino@unca.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Desde siempre las vías de comunicación han sido de gran importancia para el desarrollo de actividades comerciales, sociales e industriales, por lo que es necesario brindar mantenimiento y tener en buenas condiciones dichas vialidades. Regularmente para identificar si existen daños y de que tipo se realiza una inspección visual, en la cual es necesario llenar formatos manualmente (Porrás *et al.*, 2012); en este proceso se indica la descripción de los daños, el intervalo de kilómetros de la vialidad en donde se adquirieron los datos. En este último se pretende apoyar el proceso de inspección mediante la generación de mapas de vialidades que presenten daños (baches, grietas y malformaciones), que se adquieran por medio de imágenes capturadas con dispositivos móviles.

El proceso para la generación de los mapas consiste en: capturar imágenes con un dispositivo móvil (con *GPS* activado), obtener los *tag's* de metadatos (minutos, grados, segundos), convertir los metadatos a su equivalente en decimal (latitud y longitud) y realizar una descripción del tipo de daño a registrar para poder ser almacenado en la base de datos que permitirá generar la documentación en formato digital.

Actualmente existen diversos trabajos de investigación enfocados a: realizar el proceso de inspección de baches (Nienaber *et al.*, 2015), detección de diferentes daños presentados en pavimentos (Lokeshwor *et al.*, 2013); Radopoulou y Brilakis, 2015), detectar y calcular el área de baches a través del análisis de video (Hidayatullah *et al.*, 2012). Cabe destacar que estos trabajos no proporcionan la ubicación de los daños encontrados, por tal motivo, la aportación del presente trabajo consiste en generar mapas de ubicación geográfica de cada daño que se registre en el software.

Se analizarán los *Tag's* de metadatos incluidos en las imágenes digitales permitiendo la automatización del proceso de detección de daños y generando a su vez reportes en formato *PDF*.

Vías de comunicación y proceso de inspección

El crecimiento de vialidades pavimentadas ha sido en muchos casos mayor de lo esperado y las cargas de los vehículos pesados han excedido la capacidad de soporte, produciendo con esto, un incremento en el deterioro de dichas vialidades que afectan en su mayor parte a la actividad económica (Arriaga *et al.*, 1998; Corro y Prado, 1999).

Para poder identificar los daños que afectan a dichas vialidades se toma en cuenta el proceso de inspección visual a pie o en vehículo. Las inspecciones a pie son minuciosas e identifican de manera precisa los daños, tienen la dificultad del alto consumo de tiempo, mientras que las inspecciones a través de un vehículo tienen la ventaja de inspeccionar un tramo mayor, sin el peligro que implica caminar por las vías. En los dos tipos de inspección manual se revisan muestras del pavimento (Porrás *et al.*, 2014).

Los tipos de daño que se toman en cuenta en el proceso de inspección son: agrietamiento, malformación, parches deteriorados y baches (Porrás *et al.*, 2012).

Dispositivos móviles y desarrollo tecnológico

El uso de los dispositivos móviles y la tecnología; la mayoría de dispositivos móviles cuentan con cámaras fotográficas, así como también sensores y *GPS* integrados, permitiendo capturar imágenes desde estos dispositivos.

El desarrollo tecnológico no sólo facilita la generación de estas imágenes, sino también el almacenamiento de información en las mismas, de tal forma que puedan ser procesadas posteriormente (Rosales, 2013).

A partir de información que se almacena en una imagen es posible saber la ubicación geográfica de su captura junto con otro tipo de parámetros. Este tipo de información es conocida como metadatos, los cuales constituyen un conjunto de información estandarizada acerca de un archivo (Adobe, 2017).

Los dispositivos móviles y cámaras digitales adjuntan dichos metadatos mediante la especificación *Exif*, es un formato de archivo de imagen intercambiable (Guidelines, 2017).

Ahora bien, de acuerdo con Arenas (2015), los metadatos se pueden clasificar en diferentes categorías de las cuales menciona sobre la localización mediante un *GPS*. Aplicando esto al proyecto de investigación se tomaron en cuenta tres factores importantes.

1. En el proceso de inspección de daños de forma manual no se describe la ubicación de cada daño registrado, solo los kilómetros abarcados.
2. El proceso de recolección de datos se considera lento y peligroso.
3. El *GPS* integrado al dispositivo móvil para la captura de imágenes funciona aun sin tener una red de datos o inalámbrica habilitada debido a que el proveedor de telefonía o internet toma en cuenta únicamente la visualización de mapas, siendo una ventaja ya que únicamente es necesaria la ubicación geográfica de la captura debido a que los mapas se generan de forma automática.

Obtención de metadatos de imagen

Para trabajar con mapas, inicialmente se extraen los metadatos incluidos en la imagen digital. Los tag's de metadatos de latitud y longitud vienen con un formato de grados, minutos, segundos y punto cardinal (78° 17' 15" N, por ejemplo) los cuales deben ser valores decimales para que sean utilizados en el software; después de extraer los metadatos, se realiza una conversión a latitud y longitud decimal utilizando la fórmula para ambos casos:

$$\text{Latitud } \lambda = (g + (m/60) + (s/3600)) * (p) \quad (1)$$

$$\text{Longitud } \Phi = (g + (m/60) + (s/3600)) * (p) \quad (2)$$

En donde el tipo de punto cardinal definirá si el valor es positivo o negativo (Carrodeguas, 2017).

(+) Norte y este

(-) Sur y Oeste

En la Figura 1 se muestran los tag's de *GPS* concatenados en una cadena antes de convertirse a decimales.

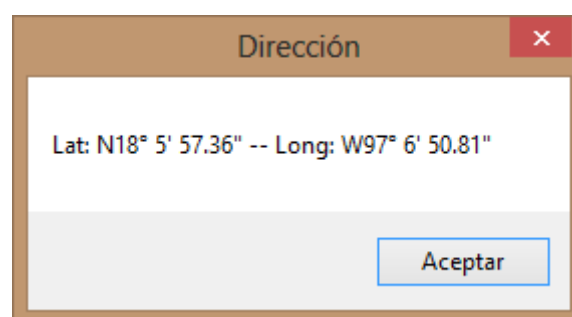


Figura 1 Cadena de tag's GPS concatenados

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 2 se muestra el resultado de la latitud y longitud en decimales. Estos datos servirán para generar el mapa posteriormente.

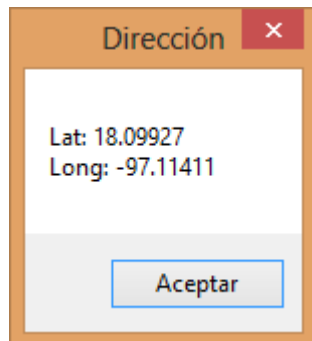


Figura 2 Coordenadas en formato decimal

Fuente: Elaboración propia

Después de convertir la cadena en sus equivalentes decimales, se almacena la información en la base de datos. Para ello se selecciona la descripción del tipo de daño identificado en la imagen (Ver Figura 3).



Figura 3 Ventana de descripción de daño identificado

Fuente: Elaboración propia

Generación de mapas

Una vez que se ha registrado un conjunto de datos relacionados con tipos de daño, el software permite ver la ubicación de cada uno de los daños que fueron almacenados.

Para ello se hace uso de la API de Google Maps y mediante un *script* se genera dinámicamente el mapa de la ubicación de cada daño registrado.

En la Figura 4 se muestra un ejemplo del mapa generado a partir de los datos almacenados.



Figura 4 Ventana que muestra la ubicación geográfica de los daños registrados

Fuente: Elaboración propia

Generación de Documentación

Uno de los puntos importantes que se aborda al momento de generar la documentación es que contempla información de costos y tipo de material para realizar las reparaciones, esta información es examinada en el trabajo (García *et al.*, 2016).

La documentación incluye la siguiente información: imagen del daño, tipo de daño, tipo de material a utilizar en la reparación y un costo aproximado del mismo.

Además, se anexa el mapa de daños generado a partir de los datos registrados y se concatena al documento por medio de la librería (HiQPdf, 2017), la cual permite obtener en formato *PDF* la interfaz que genera el *script* del mapa de daños.

En la Figura 5 se observa un ejemplo de la documentación obtenida. El formato general de la documentación es un archivo *PDF*.



Figura 5 Documentación generada en formato PDF

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 6 se muestra el encabezado del *PDF* referente al registro de baches y grietas generado a partir de los registros de la base de datos.

Reporte de Daños en Pavimento

Imagen:	Tipo de Daño	Material a utilizar	Costo Aproximado de Reparación.
	Bache	Pavimento en frío	\$567
	Grieta(s)	Pavimento en frío	No aplica

Figura 6 Encabezado de la documentación de daños

Fuente: Elaboración propia

Pruebas y resultados

Inicialmente se realizaron las pruebas de extracción de metadatos en donde se aislaron los *tag's* referentes a la ubicación geográfica. De esta forma fue posible generar el mapa de cada uno de los daños de forma automática.

Para la generación del mapa, se programó un *script* que permitiera obtener un arreglo bidimensional de la base de datos con la información de latitud y longitud de cada daño almacenado obteniendo como resultado la visualización del mapa en un *web browser*.

Con respecto a la documentación de daños, se realizaron las pruebas de conversión y concatenación de código *JavaScript* a formato digital concatenando el archivo de registros de la base de datos con el del mapa obteniendo así el informe general en formato *PDF*.

Además, se realizaron pruebas con once imágenes, con las cuales se realizó una comparación entre el tiempo de inspección de forma manual y con el software propuesto, con el segundo se reduce el tiempo de cálculo como se muestra en el Gráfico 1 en el cual se presentan 11 muestras.

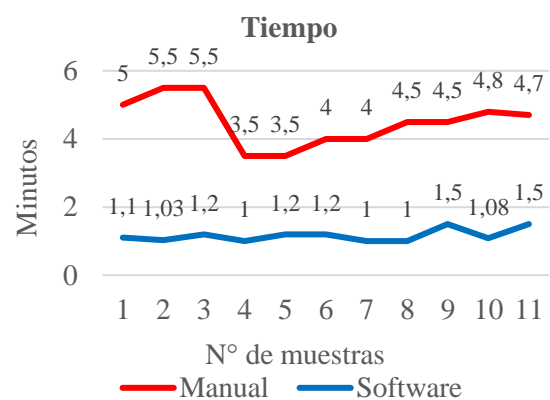


Gráfico 1 Diferencia de tiempo de inspección con respecto al método manual y el software

Fuente: Elaboración propia

Trabajo futuro

Se contempla la migración del software a una aplicación que pueda funcionar en los dispositivos móviles con sistema *android*.

Por otra parte, se pretende abordar la aplicación con un enfoque de distribución pública, con el objetivo de que haya una retroalimentación de información referente a la presencia de daños en vialidades; permitiendo dar seguimiento de los daños y poder realizar reparaciones.

Conclusiones

El proceso de inspección se realizó más rápido con respecto al proceso a pie o parabrisas (visualización por automóvil), ya que solo es necesario tomar una imagen de daños.

Debido a que el método manual solo incluye la muestra de los kilómetros revisados, con el software resulta más fácil identificar de manera precisa cada daño inspeccionado.

Se prescindió de una red de comunicación para la ubicación geográfica de la captura de las imágenes. A su vez, el software automatiza el proceso de evaluación de daños y apoya en el proceso de inspección de vialidades.

Referencias

Adobe. (15 de 06 de 2017). *Adobe Systems Software Ireland Ltd*. Obtenido de Adobe: <https://helpx.adobe.com/es/photoshop/using/metadata-notes.html>

Arenas González, D. M. (2015). Técnicas de identificación de la fuente de adquisición en imágenes digitales de dispositivos móviles. *Facultad de Informática - Tesis Doctoral*, 42-49.

Buza, E., Omanovic, S., & Huseinovic, A. (2013). Pothole Detection with Image Processing and Spectral Clustering. *WSEAS*, 1-6.

Carrodegua, N. (24 de 06 de 2017). *NorfiPC*. Obtenido de <https://norfipc.com/herramientas/convertir-grados-geograficos-minutos-segundos-decimales.php>

García Carrasco, U., Márquez Domínguez, J. A., Sánchez Acevedo, M. Á., & Sabino Moxo, B. A. (2016). Detección y evaluación de daños en pavimento asfáltico mediante procesamiento de imágenes digitales. *ECORFAN*, 13-18.

Guidelines, D. (19 de 06 de 2017). *Guidelines for TIFF Metadata Recommended Elements and Format Version 1.0*. Obtenido de Digitizationguidelines: http://www.digitizationguidelines.gov/guidelines/TIFF_Metadata_Final.pdf

Hidayatullah, P., Ferizal, F., Ramadhan, R. H., Qadarsih, B., & Mulyawan, F. (2012). Semi-Automatic Pothole Detection. *Sigma-Mu*, 1-11.

HiQPdf, S. (22 de 06 de 2017). *HiQPdf Software*. Obtenido de <http://www.hiqpdf.com/>

JEITA. (2002). Exchangeable image file format for digital still cameras: Exif Version 2.2. *Standard of Japan Electronics and Information Technology Industries Association*, 7-11.

Lokeshwor, H., Lalit, K. D., & Sud, S. (2013). Method For Automated Assessment Of Potholes, Cracks And Patches From Road Surface Video Clips. *Elsevier Ltd*, 313-320.

Nienaber, S., Booyen, M., & Kroom, R. (2012). Detecting Potholes Using Simple Image Processing Techniques and Real-World Footage. *SATC*, 153-163.

Porras Díaz, H., Ramón Suárez, J. H., Mejía Melgarejo, Y. H., & Parra Rodríguez, J. M. (2014). Sistemas automáticos para la adquisición de datos enfocados a examinar pavimentos flexibles. *Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 2-20.

Porras, H., Castañeda, E. A., Sanabria, D. Y., & Medina, G. M. (2012). Detección automática de grietas de pavimento asfáltico aplicando características geométricas y descriptores de forma. *INGE CUC*, 2-4.

Radopoulou, S., & Brilakis, I. (2015). Patch detection for pavement assessment. *ELSEVIER*, 1-10.

Rosales Corripio, J. (2013). Algoritmo de identificación de fuente en imágenes digitales de dispositivos móviles. *Tesis de Grado*, 1-7.