TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM TP HỒ CHÍ MINH
TẠP CHÍ KHOA HỌC
KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ
ISSN: 1859-3100 Tập 15, Số 9 (2018): 86-94
HO CHI MINH CITY UNIVERSITY OF EDUCATION
JOURNAL OF SCIENCE
NATURAL SCIENCES AND TECHNOLOGY
Vol. 15, No. 9 (2018): 86-94
Email: tapchikhoahoc@hcmue.edu.vn; Website: http://tckh.hcmue.edu.vn

ỨNG DỤNG MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI (UAV) TRONG GIÁM SÁT CHẤT LƯỢNG MẶT ĐƯỜNG BỘ, THÍ ĐIỂM TẠI MỘT SỐ ĐOẠN TRÊN QUỐC LỘ 6 THUỘC TỈNH HÒA BÌNH

Hà Thị Hằng*

Bộ môn Trắc địa - Khoa Cầu Đường – Trường Đại học Xây dựng

Bộ môn Bản đồ, Viễn thám và GIS – Trường Đại học Khoa học Tự nhiên – ĐH QG Hà Nội

Ngày nhận bài: 10-12-2017; ngày nhận bài sửa: 25-12-2017; ngày duyệt đăng: 21-9-2018

TÓM TẮT

Giám sát chất lượng mặt đường bộ là phát hiện sớm những hư hỏng (vết nứt, sụt, lún...) trên mặt đường bộ trải nhựa hoặc không trải nhựa để có các giải pháp khắc phục, sửa chữa kịp thời nhằm khôi phục khả năng khai thác, kéo dài tuổi thọ của con đường cũng như giảm bớt chi phí sửa chữa trước khi các hư hỏng này trở nên nghiêm trọng. Bài báo trình bày kết quả phát hiện những hư hỏng trên mặt đường bộ trải nhựa từ UAV, khẳng định hiệu quả của công nghệ này qua việc kiểm chứng bằng kết quả đo trực tiếp tại hiện trường.

Từ khóa: giám sát chất lượng mặt đường bộ, UAV, Quốc lộ 6.

ABSTRACT

Application of An Unmanned Aerial Vehicle (UAV) in road surface monitoring, a case study at some segments on Highway 6

The aim of road surface monitoring is to detect the damages (cracks, slumps,...) at early stages on paved or unpaved road surfaces in order to have repaired them. Early detection of road damages can assist road maintenance process before the repair costs becomes too high. This paper has presented the results of detection of road damages on paved road surface from UAV and confirmed the effectiveness of this technology by compared with the field data.

Keywords: road surface monitoring, UAV, Highway 6.

1. Đặt vấn đề

Công tác kiểm tra, giám sát chất lượng mặt đường bộ đóng vai trò quan trọng trong việc phát hiện sớm các hư hỏng hoặc các dấu hiệu nguy hiểm để có giải pháp khắc phục, sửa chữa nhằm khôi phục khả năng khai thác, kéo dài tuổi thọ của đường bộ; đặc biệt, nó còn giúp giảm thiểu đáng kể chi phí sửa chữa khi những hư hỏng này trở nên nghiêm trọng, mà theo báo cáo của các cơ quan chức năng, đây là công việc chiếm chi phí lớn nhất với khoảng 70% chi phí bảo trì hằng năm vào hệ thống Quốc lộ [1]. Nguy hiểm hơn, những hư hỏng trên các tuyến đường sẽ tiềm tàng, ẩn họa tai nạn giao thông nghiêm trọng, đe dọa trực tiếp đến phương tiện và tính mạng người tham gia giao thông.

* Email: *hahangxd@gmail.com*

Trên thế giới, việc ứng dụng máy bay không người lái (UAV) trong lĩnh vực giao thông đường bộ chủ yếu được thực hiện trong những năm gần đây. Để phục vụ cho mục đích quản lí tuyến đường, chỉ cần hai giờ đồng hồ để khảo sát tuyến đường, một hệ thống bản đồ đường bộ thời gian thực cùng với kích thước hình học của các tuyến đường sẽ được xây dựng từ các hình ảnh chụp được từ UAV [2], [3]. Để phục vụ cho mục đích quản lí, giám sát chất lượng mặt đường, có nghiên cứu đề xuất thay thế phương pháp khảo sát truyền thống hiện nay bằng phương pháp chụp cận cảnh những lỗ hổng trên mặt đường nhựa được thực hiện trực tiếp từ các máy ảnh kĩ thuật số thông thường với ưu điểm là trực quan và nhanh chóng hơn [4]. Tuy nhiên, phương pháp chụp cận cảnh này tương đối giống với công nghệ truyền thống, đó là vẫn đòi hỏi các nhà quản lí phải khảo sát trực tiếp ngoài hiện trường, có thể bị gián đoạn bởi thời tiết, mật độ các phương tiện tham gia giao thông, và cũng không tiết kiệm được nhiều thời gian hơn so với phương pháp khảo sát truyền thống, tọa độ lí trình của các tấm ảnh vẫn phải ghi nhận thủ công, chỉ khác là các sản phẩm đánh giá chất lượng mặt đường bộ được lưu giữ trực quan hơn. Trong khi đó, các hình ảnh ghi nhận từ UAV cho phép quan sát các vết lún mặt đường trên cả một tuyến đường, thời gian bay khảo sát vô cùng nhanh chóng, tọa độ lí trình được ghi nhận trên mỗi tấm ảnh [5]. Tuy nhiên, trong nghiên cứu này thì đối tượng đánh giá chủ yếu là đường nông thôn - nơi các con đường đất, chưa được thảm nhựa - dễ bị trồi, lún bởi các vệt bánh xe có tải trọng lớn, dễ bị tồn đọng những vũng nước sau mỗi trận mưa…

Ở Việt Nam, thiết bị UAV trong những năm gần đây đã không còn xa lạ, tuy nhiên, các nghiên cứu ở nước ta chủ yếu tập trung vào các ứng dụng của UAV trong khảo sát địa hình mặt đất phục vụ thiết kế các công trình giao thông, đặc biệt là mở các tuyến đường mới [6]-[8], còn việc ứng dụng thiết bị UAV trong giám sát chất lượng mặt đường bộ là một vấn đề khá mới, hầu như chưa được quan tâm tới.

Trong khi đó, theo các văn bản pháp quy, công tác thu thập thông tin, kiểm tra chất lượng mặt đường bộ phải được thực hiện tất cả các ngày trong năm theo phương pháp truyền thống, đó là sử dụng giấy, bút, sổ, bảng, phấn kết hợp sử dụng máy ảnh kĩ thuật số… để lưu giữ trong sổ nhật kí [9], [10]. Công nghệ truyền thống này vừa mất nhiều thời gian vừa có thể bị gián đoạn bởi điều kiện thời tiết, mật độ các phương tiện lưu thông..., ảnh hưởng trực tiếp tới thông tin kiểm tra chất lượng mặt đường bộ.

Bài báo này, trình bày quy trình giám sát chất lượng mặt đường bộ từ UAV, sau đó, sử dụng kết quả đo trực tiếp ngoài thực địa để kiểm chứng. Qua đó, khẳng định hiệu quả cũng như khả năng đáp ứng các yêu cầu kĩ thuật của ngành khi sử dụng UAV trong việc thay thế công nghệ truyền thống.

2. Khu vực nghiên cứu

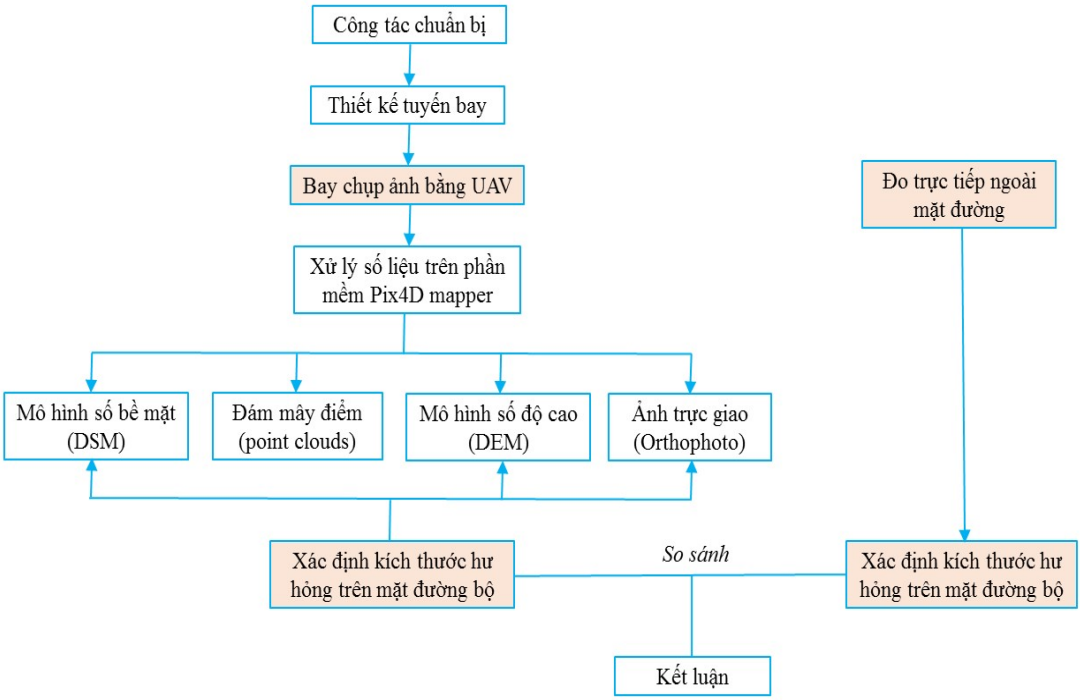
Quốc lộ 6 là con đường nối thủ đô Hà Nội với các tỉnh vùng Tây Bắc của Việt Nam. Chiều dài toàn tuyến của đường là 504km và đi qua 4 tỉnh, thành phố là: Hà Nội, Hòa

Bình, Sơn La và Điện Biên. Điểm đầu Km0 là đầu cầu sông Nhuệ, quận Hà Đông, Hà Nội; Điểm cuối là thị xã Mường Lay, tỉnh Điện Biên.

Tuyến Quốc lộ 6 là tuyến đường độc đạo, nối liền Hà Nội, đồng bằng Bắc Bộ với Tây Bắc và Thượng Lào [11], lại trải dài qua nhiều tỉnh có địa hình núi trung bình và núi cao, chia cắt phức tạp, độ dốc lớn nên hiện tượng sạt lở, sụt lún… do thiên tai xảy ra khá thường xuyên, bên cạnh đó, mật độ các phương tiện trọng tải lớn qua lại tuyến đường tương đối dày đặc, điều này ảnh hưởng rất lớn tới chất lượng mặt đường bộ nơi đây.

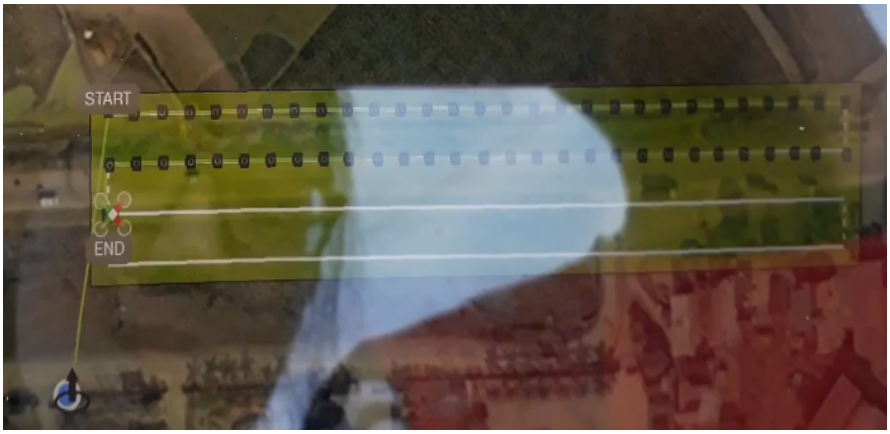
3. Phương pháp thực nghiệm

3.1. Quy trình thực nghiệm



Hình 1. *Quy trình giám sát chất lượng mặt đường bộ từ UAV*

Công tác chuẩn bị bao gồm: lựa chọn vị trí, phạm vi tiến hành bay chụp ảnh, phạm vi vùng cấm bay, điều kiện thời tiết, mật độ các phương tiện tham gia giao thông... Trong nghiên cứu này, phạm vi tiến hành bay chụp ảnh từ Km23+300 – Km23+550 trên tuyến Quốc lộ 6, điều kiện thời tiết nắng ráo, lặng gió và thời điểm tiến hành bay chụp vào lúc 5h50’ sáng ngày 14-10-2017. Để có thể quan sát được rõ nét những hư hỏng trên mặt đường bộ từ trên không thì cần bay chụp ở độ cao thấp, trong quá trình thực nghiệm, tại thời điểm bay chụp, tác giả lựa chọn thời điểm là lúc 5h50’ sáng, khi Mặt Trời đã chiếu khá rõ mọi vật và mật độ các phương tiện tham gia giao thông chưa nhiều, tuy nhiên, do hệ thống đường dây điện khá dày đặc, võng xuống và thấp, nên đã thiết kế UAV bay chụp ở độ cao 30m. Sơ đồ tuyến bay được thể hiện trong Hình 2.



Hình 2. *Sơ đồ tuyến bay thực nghiệm tuyến Quốc lộ 6, từ Km23+300 – Km23+550*

Thông thường, công nghệ chụp ảnh không người lái phục vụ thành lập bản đồ địa hình gồm 4 thành phần chính: hệ thống máy bay, máy ảnh kĩ thuật số, trạm điều khiển mặt đất và trạm xử lí ảnh tạo mô hình số mặt đất. Trong đó, hệ thống máy bay của UAV bao gồm: thân máy bay, đầu thu tích hợp GPS, cảm biến tốc độ gió, cảm biến độ cao, cảm biến áp suất, cảm biến cân bằng, bộ thu phát tín hiệu và một quả pin để cung cấp nguồn điện [7]. Thiết bị UAV sử dụng trong nghiên cứu này là DJI Phantom 3 Standard, do hãng sản xuất máy bay không người lái lớn nhất thế giới DJI sản xuất, với các thông số kĩ thuật cơ bản được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. *Các thông số kĩ thuật cơ bản của thiết bị UAV DJI Phantom 3 Standard [12]*

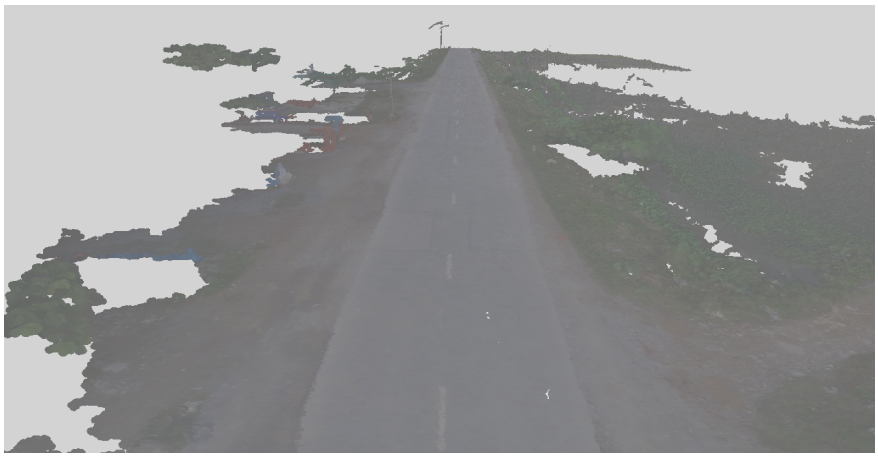
TT	Bộ phận	Các thông số kĩ thuật cơ bản
1	Hệ thống máy bay	- Trọng lượng của máy bay là 1,2 kg
		- Tốc độ cất cánh tối đa: 5m/s
		- Tốc độ hạ cánh tối đa: 3m/s
		- Tốc độ tối đa: 16m/s
		- Trần bay cực đại so với mực nước biển: 6000m
		- Thời gian bay tối đa: 25 phút
		- Nhiệt độ hoạt động: 0°C đến 40°C
		- Hệ thống định vị GPS tích hợp
2	Máy ảnh kĩ thuật số	- Cảm biến camera: 12 Megapixel
		- Hình ảnh kích thước tối đa: 4000 * 3000
		- Trường ống kính 94^0
		- Độ mở ống kính f/2,8
		- Camera chống rung, giữ ổn định bằng 3 trục thăng bằng

Kết thúc quá trình bay chụp ảnh tuyến Quốc lộ 6, đoạn từ Km23+300 – Km23+550, thu nhận được 128 tấm ảnh với độ phủ giữa các tấm ảnh đạt 70-90%, kích thước mỗi tấm ảnh số là 4000×3000 với độ phân giải không gian đạt 1,35cm, cùng tọa độ tâm chụp được xác định nhờ đầu thu GPS gắn trên máy bay.

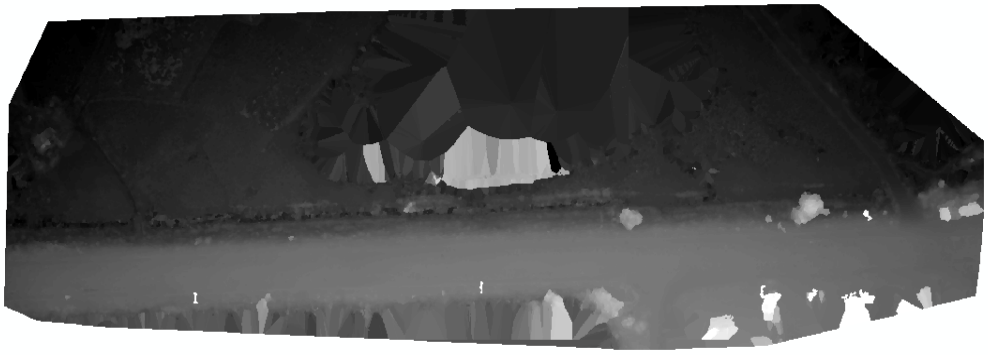
3.2. Kết quả và thảo luận

Dữ liệu nhận được sau khi tiến hành bay chụp ảnh bằng thiết bị UAV gồm có: các tấm ảnh số, tọa độ của các điểm tâm chụp cũng như tọa độ các điểm khống chế sẽ được đưa vào phần mềm Pix4D Mapper để tiến hành công tác xử lí số liệu nội nghiệp. Sản phẩm của quá trình này, bao gồm: tập hợp điểm đám mây, có định dạng *.las; mô hình số độ cao (DEM); mô hình số bề mặt (DSM) và ảnh trực giao (Hình 3a, 3b, 3c, 3d).

Hình 3a. *Tập hợp điểm đám mây của tuyến Quốc lộ 6, từ Km23+300 – Km23+550*



Hình 3b. *Mô hình số độ cao (DEM) của tuyến Quốc lộ 6, từ Km23+300 – Km23+550*



Hình 3c. *Mô hình số bề mặt (DSM) của tuyến Quốc lộ 6, từ Km23+300 – Km23+550*

Hình 3d. *Ảnh trực giao của tuyến Quốc lộ 6, từ K23+300 – K23+550*

Tuyến Quốc lộ 6 được xếp loại là đường cấp III miền núi và được trải nhựa từ đầu đến cuối tuyến. Do thời gian thi công đã lâu, địa hình chia cắt phức tạp, mật độ các phương tiện có tải trọng lớn tham gia lưu thông trên đường tương đối lớn. Khảo sát trực tiếp tại thực địa nhận thấy, các hư hỏng có kích thước mặt bằng khá lớn và độ sâu trung bình đạt 5cm, do đó, ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng mặt đường bộ tại đây.

Ở Việt Nam, các yêu cầu kĩ thuật nhằm đảm bảo chất lượng mặt đường tuyến quốc lộ được quy định rất rõ, như: các vết nứt dọc, nứt ngang có độ rộng không vượt quá 5mm; Các vệt lún lõm, vệt lún bánh xe không được vượt quá 50mm; Các vùng sình lún không được quá 0,5% diện tích mặt đường... Yêu cầu về thời gian khắc phục những hư hại này dao động từ 5 đến 14 ngày tùy thuộc theo mùa [13]. Hầu hết các yêu cầu kĩ thuật này quan tâm chủ yếu đến bề rộng của các hư hỏng trên mặt đường bộ, trong khi đó, chất lượng hình ảnh từ UAV có thể đáp ứng tốt được các yêu cầu này.

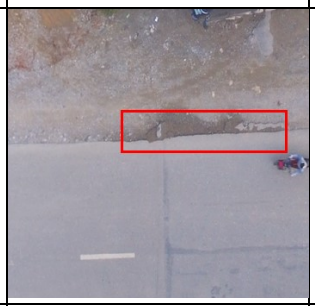
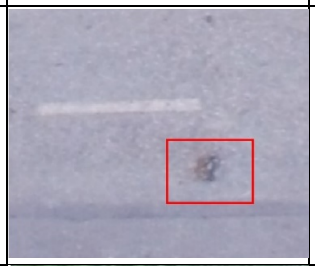
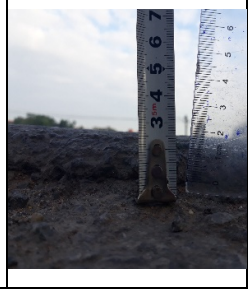
Qua quá trình thực nghiệm bằng UAV, phân tích kết quả nhận được cho thấy, độ phân giải không gian của ảnh số chụp được từ UAV, ở độ cao bay chụp 30m thì độ phân giải không gian đạt được 1,35cm (Bảng 2) nên trên ảnh trực giao hoàn toàn có thể quan sát những hư hỏng rất nhỏ (vết sụt, lỗ hổng...) trên mặt đường tuyến Quốc lộ 6; ngoài ra, chiều dài, chiều rộng và độ sâu của những hư hỏng này được xác định dễ dàng trên mô hình số bề mặt và mô hình số độ cao.

Bảng 2. *Trích kết quả đánh giá độ chính xác từ các sản phẩm của quá trình giám sát chất lượng mặt đường tuyến Quốc lộ 6 bằng UAV trên phần mềm Pix4D mapper*

Project	QL6
Processed	2018-01-07 21:44:26
Camera Model Name(s)	FC300C_3.6_4000x3000 (RGB)
Average Ground Sampling Distance (GSD)	1.35 cm / 0.53 in
Area Covered	0.015 km^2 / 1.5207 ha / 0.01 sq. mi. / 3.7597 acres

So sánh các giá trị này với kết quả đo trực tiếp tại mặt đường, nhận thấy rằng, kích thước các hư hỏng này có độ sai lệch về mặt phẳng dao động từ 1,4cm – 3,0cm và độ sai lệch về độ sâu dao động từ 2,0cm – 3,5cm (Bảng 3).

Bảng 3. *Số liệu đo kích thước hư hỏng trên mặt đường bộ từ UAV với ngoài thực địa*

Vị trí hư hỏng	**Dữ liệu từ UAV**		**Dữ liệu đo trực tiếp tại mặt đường**	
	Kích thước xác định trên DSM và DEM Chiều dài × Chiều rộng × Độ sâu (cm)	**Hình ảnh trích xuất từ ảnh trực giao**	**Kích thước xác định trực tiếp Chiều dài × Chiều rộng × Độ sâu (cm)**	**Hình ảnh chụp trực tiếp**
Km23+308 (Phải đường)	736 × 238 × 2,2		750 × 250 × 4,5	
Km23+416 (Giữa đường)	18 × 27,5 × 3,3		20 × 30 × 6,8	
Km23+428 (Phải đường)	1197 × 26,6 × 1,8		1200 × 28 × 3,8	

Km23+470 (Phải đường)	127,5 × 39,5 × 4,1		130 × 42 × 6,7	

4. Kết luận

Những hư hỏng trên mặt đường trải nhựa luôn tiềm tàng, ẩn họa tai nạn giao thông, đe dọa trực tiếp đến các phương tiện và tính mạng người tham gia giao thông. Do vậy, công tác kiểm tra, giám sát chất lượng mặt đường bộ nhằm phát hiện sớm các hư hỏng hoặc các dấu hiệu nguy hiểm để có giải pháp khắc phục, sửa chữa không chỉ khôi phục khả năng khai thác cũng như kéo dài tuổi thọ của đường mà còn giúp giảm thiểu chi phí sửa chữa khi những hư hỏng này trở nên nghiêm trọng. Dữ liệu hình ảnh từ UAV cho độ phân giải không gian cao, thời gian bay chụp ngắn, phạm vi khảo sát rộng, chủ động về thời gian. Kết quả của nghiên cứu này khẳng định thiết bị UAV có khả năng ứng dụng hiệu quả trong giám sát chất lượng mặt đường bộ nhằm phát hiện kịp thời những hư hỏng cũng như những dấu hiệu nguy hiểm trên mặt đường bộ trải nhựa.

❖ ***Tuyên bố về quyền lợi:*** *Tác giả xác nhận hoàn toàn không có xung đột về quyền lợi.*

❖ ***Lời cảm ơn:*** *Tác giả xin chân thành cảm ơn Công ti Máy trắc địa Thế Kiều (66 Phố Chùa Láng – Hà Nội) đã hỗ trợ thiết bị để tác giả thực hiện nghiên cứu này.*

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Tổng cục Đường bộ Việt Nam, *Báo cáo kết quả thực hiện nhiệm vụ về quản lí, bảo trì kết cấu hạ tầng giao thông đường bộ năm 2015 của Tổng cục Đường bộ Việt Nam*, 01-2015.

[2] W. Feng, W. Yundong, Z. Qiang, "UAV borne real-time road mapping system," *Conference: Urban Remote Sensing Event*, pp. 1-7, China, June 2009.

[3] C. Zhang, A. Elaksher, "An unmanned aerial vehicle-based imaging system for 3D measurement of unpaved road surface distresses," *Comput-Aided Civil Infrastruct Eng, 27*(2), pp.118-129, Feb.2012.

[4] Patrick Liq Yee Tiong, Mushairry Mustaffar and Mohd Rosli Hainin, "Road Surface Assessment of Pothole Severity by Close Range Digital Photogrammetry Method," *World Applied Sciences Journal, 19* (6), pp. 867-873, 2012, Malaysia.

[5] C. Zhang, "An UAV-BASE photogrammetric mapping system for road condition assessment," *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XXXVII congress ISPRS. Part B5, pp. 627-632, 2008.

[6] Đỗ Thị Hoài và nnk, "Nghiên cứu giải pháp loại trừ các nguồn sai số từ máy chụp ảnh số phổ thông gắn trên máy bay không người lái phục vụ cho công tác đo đạc bản đồ," *Tạp chí Khoa học Kĩ thuật Mỏ - Địa chất*, tập 48 (Chuyên đề Đo ảnh – viễn thám), pp. 38-44, 10/2014;

[7] Cao Tuấn Dũng và nnk, "Ứng dụng công nghệ chụp ảnh hàng không bằng máy bay không người lái (UAV) trong công tác khảo sát địa hình mặt đất," *Thông tin tư vấn thiết kế số quý II/2016*, pp.57-65.

[8] Lã Phú Hiến và nnk, "Đánh giá khả năng của phép lọc hình thái trong phân loại điểm địa hình tự động từ đám mây điểm UAV," *Tạp chí Khoa học Kĩ thuật Mỏ - Địa chất*, tập 58, kì 2(2017), pp.165-173.

[9] Quốc hội, *Luật Giao thông đường bộ*, 23/2008/QH12.

[10] Bộ Giao thông Vận tải, Thông tư số 52/2013/TT-BGTVT "Quy định về tuần tra, kiểm tra bảo vệ kết cấu hạ tầng giao thông đường bộ".

[11] Tỉnh ủy - Hội đồng nhân dân - Ủy ban nhân dân tỉnh Hòa Bình, *Địa chí Hòa Bình*, Nguyễn Ngọc Tuấn (Chủ biên), NXB Chính trị Quốc gia, Hà Nội, 2005.

[12] https://www.cnet.com/products/dji-phantom-3-standard/specs/

[13] Bộ Giao thông Vận tải, Quyết định số 2196/QĐ-BGTVT về việc ban hành "Quy định tiêu chí giám sát, nghiệm thu kết quả công tác bảo dưỡng thường xuyên quốc lộ theo chất lượng thực hiện," 7-2013.