

Bài báo khoa học

Kết hợp thiết bị bay không người lái (UAV) và GIS xây dựng dữ liệu phục vụ quản lý cây xanh đô thị

Trần Ngọc Huyền Trang^{1,2*}, Trần Thị Kim Oanh¹, Lê Trung Chơn²

¹ Trường Đại học Tài nguyên & Môi trường TP.HCM; tnhtrang@hcmunre.edu.vn;
tranthikimoanh057@gmail.com

² Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia TP.HCM; tnhtrang.dts20@hcmut.edu.vn;
ltchon@hcmut.edu.vn

*Tác giả liên hệ: tnhtrang.dts20@hcmut.edu.vn; Tel.: +84-98615481

Ban Biên tập nhận bài: 5/2/2022; Ngày phản biện xong: 17/3/2022; Ngày đăng bài: 25/4/2022

Tóm tắt: Ứng dụng thiết bị bay không người lái (UAV) kết hợp GIS trong quản lý tài nguyên và môi trường ngày càng trở nên phổ biến. Cây xanh trong đô thị có chiều cao và độ tuổi khác nhau nên cần có sự quản lý để tránh các tình trạng cây đổ trong các đợt mưa bão, đảm bảo an toàn cho người tham gia giao thông và các hộ lân cận. Ở bài báo này, chúng tôi sử dụng thiết bị bay Phantom 4 Pro kết hợp với các điểm khống chế mặt đất để thu dữ liệu tại khu vực nghiên cứu ở Kênh Tân Hóa, quận Tân Phú, TP. HCM. Sử dụng bộ ảnh UAV để xây dựng mô hình số bề mặt DSM, mô hình số địa hình DTM và mô hình CHM (Canopy Height Model) để thể hiện chiều cao của các đối tượng tính từ mặt đất. Việc xử lý và phân loại yếu tố cây xanh từ các đám mây điểm (point clouds) được thực hiện bằng phần mềm Agisoft Metashape và Global Mapper. Các dữ liệu này kết hợp với việc ứng dụng GIS giúp cho việc phục vụ quản lý cây xanh trong đô thị được hiệu quả hơn. Phương pháp điều tra và đo đạc thực địa được dùng để đối chứng, đánh giá độ chính xác các kết quả thực nghiệm và kết quả nghiên cứu đạt được độ tin cậy cao.

Từ khóa: UAV và GIS; Mô hình chiều cao; Quản lý cây xanh đô thị.

1. Mở đầu

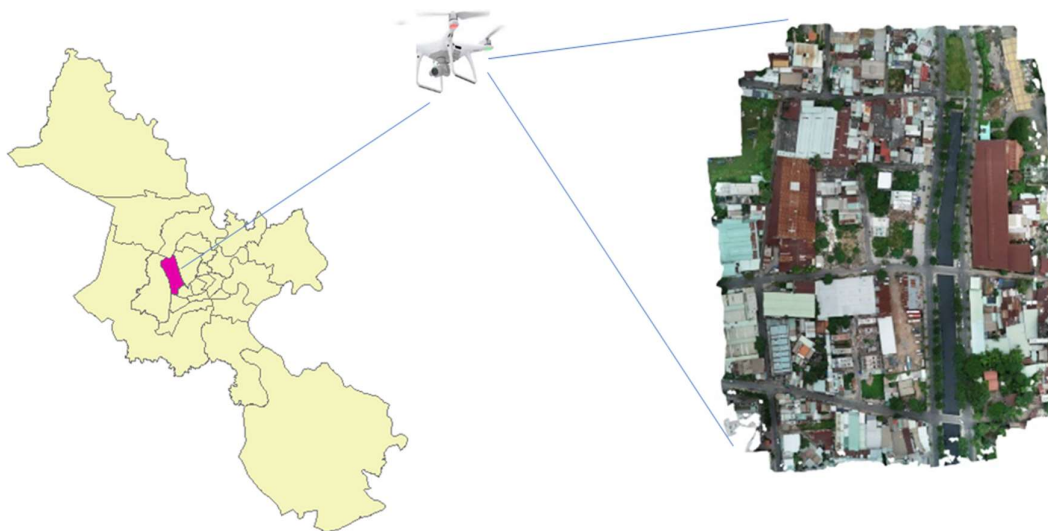
Trong những năm gần đây, máy bay không người lái (*Unmanned Aerial Vehicle – UAV*) đã trở nên phổ biến trong nhiều lĩnh vực khác nhau như: nông nghiệp, lâm nghiệp, trắc địa bản đồ, quản lý đô thị, giao hàng nhanh, ... bởi vì hiệu quả công việc và năng suất của nó đã làm giảm chi phí sản xuất cũng như cải thiện độ chính xác và cải tiến dịch vụ, mối quan hệ khách hàng; đồng thời giải quyết các vấn đề bảo mật trên quy mô lớn. Đó là một số ứng dụng hàng đầu mà máy bay không người lái cung cấp cho các ngành công nghiệp trên toàn cầu.

Hiện nay, tất cả các quốc gia luôn đề cao các biện pháp hạn chế ô nhiễm môi trường gồm ô nhiễm nguồn nước, ô nhiễm bầu không khí, ... đặc biệt là tại các khu đô thị đông dân, các thành phố lớn. Một biện pháp được đề ra và đặt lên hàng đầu chính là phủ xanh khu vực [1]. Để phục vụ tốt cho việc quản lý hệ thống cây xanh trong đô thị thì tạo ra một bộ dữ liệu số cho cây xanh là một vấn đề cần thiết. Mỗi loại cây đều có độ cao và độ tuổi nhất định, cần có sự quản lý hợp lý như tỉa cành, thay thế các cây quá già để tránh các tình trạng đổ ngã cây vào các đợt mưa bão, đảm bảo an toàn cho người tham gia giao thông và các hộ dân lân cận [2]. GIS được thiết kế như một hệ thống chung để quản lý dữ liệu không gian, nó có nhiều ứng dụng trong quản lý đô thị và tài nguyên môi trường. Sử dụng UAV để thu thập dữ liệu và dùng GIS hỗ trợ xây dựng cơ sở dữ liệu để quản lý cây xanh là giải pháp hiệu quả trong cuộc cách mạng 4.0 hiện nay [3].

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Mô tả khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu gồm một phần kênh Tân Hóa, thuộc quận Tân Phú, TP. HCM [4]. Dữ liệu ảnh gồm 161 ảnh được thu nhận bằng thiết bị bay Phantom 4 Pro [5] kết hợp 11 điểm khống chế mặt đất GCP [6], độ phủ ngang và độ phủ dọc của ảnh bằng 80%, độ cao bay chụp là 70 m, diện tích khu vực là 10,1 ha. Thời gian thực hiện thu thập dữ liệu là tháng 10 năm 2020. Sử dụng máy toàn đạc điện tử để kiểm chứng kết quả về chiều cao cây và độ rộng tán, thời gian đo là vào tháng 7 năm 2021.



Hình 1. Khu vực nghiên cứu ở kênh Tân Hóa, Quận Tân Phú.

Cây xanh được trồng chủ yếu và dọc theo tuyến Kênh Tân Hóa là Cây Long Não, còn gọi là cây Dã Hương [7]. Dự án trồng cây Long Não dọc tuyến Kênh Tân Hóa–Lò Gốm được thông qua và thực hiện vào năm 2015 [8]. Các cây dọc tuyến Kênh Tân Hóa được chia làm 2 đợt trồng, đợt đầu gồm các cây có độ rộng tán và đường kính thân cây lớn hơn các cây trồng đợt sau. Cây Long Não là một loại cây bóng mát có tán lá rộng xanh tốt quanh năm, hoa đẹp và mùi thơm. Thân cây Long Não thuộc loài thân gỗ, lớn và thường xanh, trong khu vực đô thị, cây trưởng thành có chiều cao từ 10–15 m, một số cây cao từ 20–30 m, với đường kính 200 cm, vỏ thân dày nứt nẻ. Long Não là cây tương đối ưa sáng, ưa khí hậu ẩm và ẩm. Cây mọc tốt trên đất sét pha tầng dày, không sống được trên đất mặn, đất trũng hoặc khô hạn. Trong điều kiện thích hợp, cây Long Não có thể tái sinh từ hạt hoặc chồi tốt.

Theo Điều I và II Phần III Thông tư 20/2005/TT–BXD [9] hướng dẫn quản lý cây xanh đô thị về công tác cắt tỉa cây xanh đô thị: Hàng năm cây xanh phải được cắt tỉa đúng yêu cầu kỹ thuật nhằm tạo dáng cây và làm cho phát triển nhanh hơn và đảm bảo an toàn trong mùa mưa bão. Cây non nên được cắt tỉa vào năm thứ 2 sau khi trồng để tăng cấu trúc của cây và cắt tỉa đều đặn những năm sau đó. Theo Điều II Phần II Thông tư 20/2005/TT–BXD hướng dẫn quản lý cây xanh đô thị về công tác trồng cây xanh đô thị: Cây xanh đưa ra trồng phải đảm bảo chiều cao tối thiểu là 3,0 m, đường kính thân tối thiểu 6 cm. Khảo sát các cây lớn được trồng đợt 1 dọc Kênh Tân Hóa năm 2015 đến nay, độ cao trung bình từ 8–11 m. Tỷ lệ tăng trưởng của cây khoảng từ 0,8 m/năm đến 1,3 m/năm.

2.2. Quy trình thực hiện

Dữ liệu ảnh được xử lý kết hợp với các điểm khống chế mặt đất (*Ground Control Point* – *GCP*) bằng phần mềm Agisoft Metashape, kết quả tạo ra bình đồ ảnh và tập điểm đám mây *Hội nghị khoa học toàn quốc “Chuyển đổi số và công nghệ số trong Khoa học Trái đất, Mỏ và Môi trường” (EME 2021)*

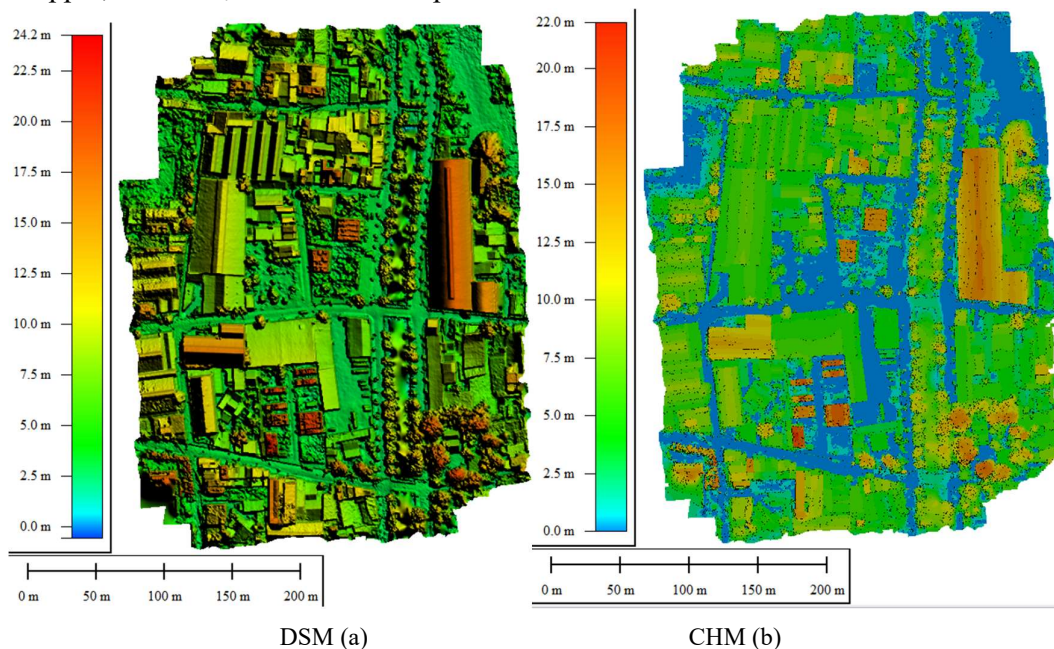
Point clouds. Bình đồ ảnh được kiểm tra đánh giá độ chính xác bằng các số liệu đo thực địa với máy toàn đạc điện tử [10].

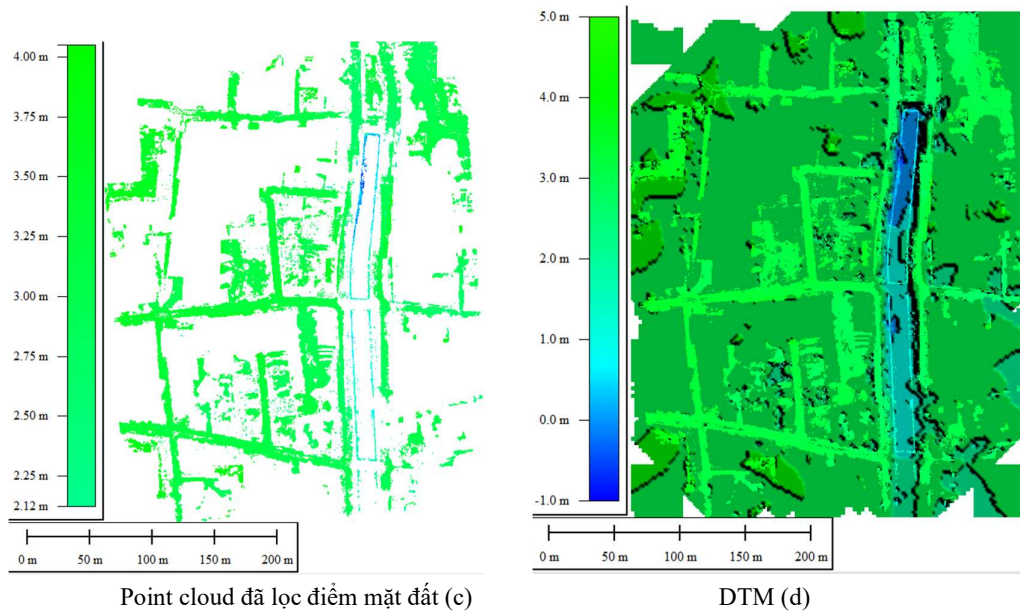
Point cloud được phân loại ra các nhóm: điểm mặt đất, cây cao, nhà,... với kỹ thuật nhận dạng và phân loại tự động của Agisoft Metashape [11] kết hợp với Global Mapper [12]. Các điểm mặt đất đã phân loại sẽ được dùng để tạo mô hình số địa hình. Chiều cao của cây xanh được tính từ đỉnh cây đến gốc cây (mặt đất), tuy nhiên độ cao của các điểm trong tập Point cloud là so với mặt độ cao gốc, chính vì vậy cần phải hiệu chỉnh mô hình số bề mặt DSM về mô hình số bề mặt đã hiệu chỉnh CHM [13–14], bằng cách lấy hiệu giữa DSM sau khi xử lý và mô hình địa hình số DTM ($CHM = DSM - DTM$) [15].



Hình 2. Mô hình DSM, DTM và CHM.

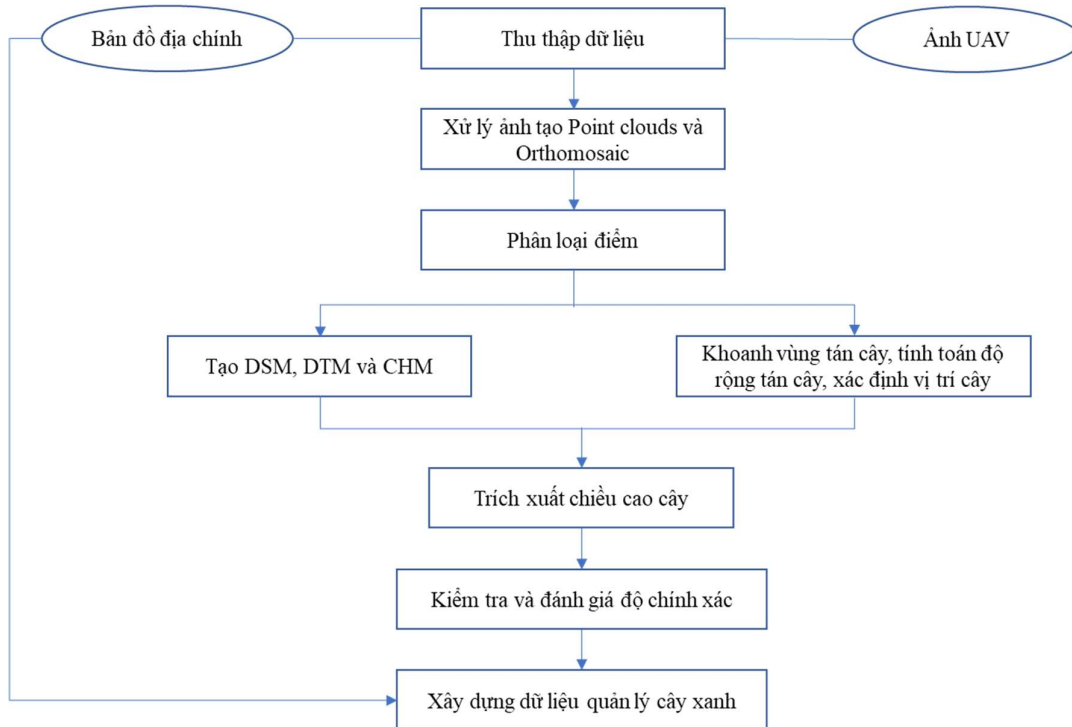
Mô hình DSM được nội suy từ các điểm Point cloud, mô hình DTM được nội suy từ các điểm mặt đất đã lọc từ Point cloud. Mô hình chiều cao đối tượng đã hiệu chỉnh CHM được tính từ công cụ Combine Terrains Layer–Subtraction (Difference)–Unsigned trên Global Mapper, với dữ liệu đầu vào là 2 lớp raster DSM và DTM.





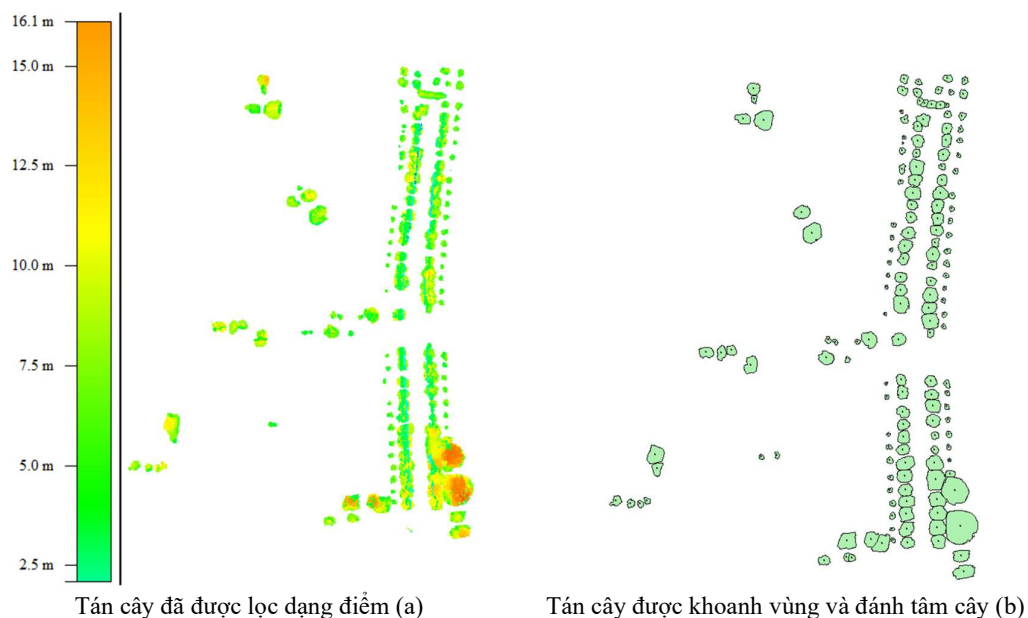
Hình 3. Các sản phẩm: DSM, Point cloud đã lọc điểm mặt đất, DTM và CHM.

Quy trình thực hiện được mô tả theo sơ đồ như sau:



Mặt đất ở khu vực quận Tân Phú không có sự chênh lệch độ cao lớn, thể hiện trên DTM ở hình 2c dao động từ 2,12 m đến 4,00 m. Hình 2b, CHM được tạo ra có độ cao từ 0 m đến 22 m, tương ứng 0 m là vị trí mặt đất có DSM trùng với DTM, nơi cao nhất là 22 m ứng với vị trí mái của các nhà 5–6 tầng.

Sử dụng công cụ lọc cây tự động của phần mềm Global Mapper để lọc ra được các điểm lá vị trí của các tán lá cây từ tập điểm Point cloud đã tạo được trước đó.



Hình 4. Phát hiện tán cây và vị trí cây.

Sử dụng phần mềm ArcGIS [16] tiến hành khoanh vùng tán cây bằng công cụ Aggregate Points, sau đó xác định vị trí cây bằng công cụ Feature to Point để tạo tâm cho vùng. Các điểm này tượng trưng cho vị trí của 1 cây ở thực địa (Hình 3b).

Chiều cao của cây được trích xuất từ mô hình CHM [17], sau đó gán thuộc tính cho từng cây. Chiều cao của cây xuất từ Global Mapper được lấy là trị trung bình của độ cao của tập hợp điểm Point Cloud nằm trong vòng tròn tán cây. Tiến hành đánh số thứ tự cây, số thứ tự cây được đánh số từ trái phải sang trái, từ trên xuống dưới. Số cây được chia thành 2 dãy, số chẵn và lẻ tương tự đánh số nhà trong thực địa. Sử dụng công cụ đánh số trong thành công cụ Parcel Editor tiến hành đánh số cây.

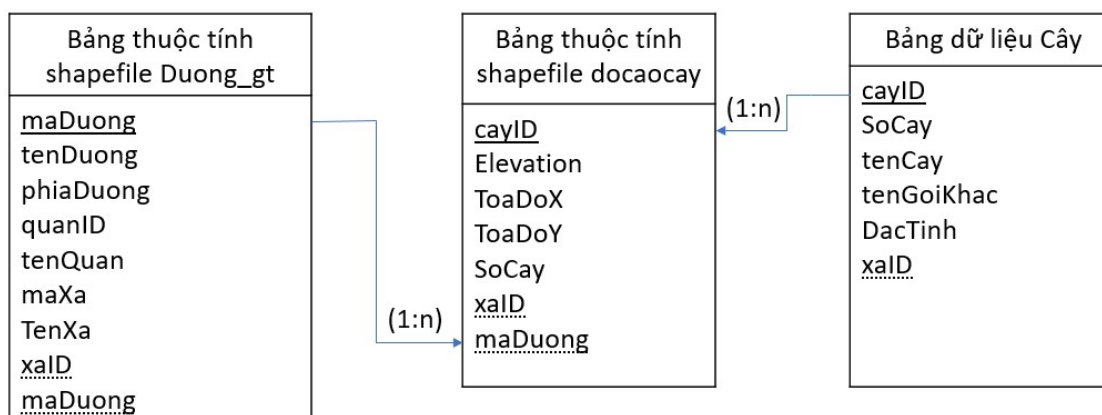


Hình 5. Đánh số thứ tự cây và hiển thị dữ liệu nền.

Dùng phần mềm ArcGIS số hóa một số yếu tố nền như giao thông, dân cư, thủy hệ từ bình đồ ảnh trực giao để phục vụ cho xây dựng cơ sở dữ liệu quản lý cây xanh.

Tạo các bảng dữ liệu và liên kết các bảng dữ liệu như sau:

Bảng 1. Các bảng dữ liệu.



Dữ liệu đường giao thông được giải đoán và số hóa dựa trên bình đồ ảnh. Xây dựng bảng dữ liệu cây gồm tên cây, tên gọi khác của cây, đặc tính của cây và liên kết với dữ liệu không gian cây xanh được tạo ra từ ảnh UAV.

Tiến hành các liên kết dữ liệu sau:

- + Liên kết thuộc tính cây xanh với lớp dữ liệu không gian cây xanh.
- + Liên kết lớp dữ liệu không gian cây xanh với dữ liệu đường giao thông.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Bình đồ ảnh và kết quả đánh giá độ chính xác của bình đồ ảnh

Kết quả đánh giá độ chính xác bình đồ ảnh [18] được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2. Tọa độ của các điểm kiểm tra bình đồ ảnh và sai số tương ứng.

Tên	Tọa độ đo từ thực địa		Tọa độ xuất từ ảnh ghép trực giao		Độ lệch theo X,Y	
	X đo	Y đo	X kiểm tra	Y kiểm tra	ΔX	ΔY
KT1	1190603,916	596642,529	1190603,962	596642,566	-0,046	-0,037
KT2	1190600,978	596656,805	1190601,017	596656,782	-0,039	0,023
KT3	1190599,829	596672,792	1190599,853	596672,789	-0,024	0,003
KT4	1190471,936	596678,265	1190471,931	596678,270	0,005	-0,005
KT5	1190475,499	596687,982	1190475,515	596687,964	0,016	0,018
KT6	1190747,924	596611,876	1190747,923	596611,872	0,001	0,004

$$m_x = \sqrt{\frac{\Delta X_1^2 + \Delta X_2^2 + \dots + \Delta X_n^2}{n}} = \pm 0,027m \tag{1}$$

$$m_y = \sqrt{\frac{\Delta Y_1^2 + \Delta Y_2^2 + \dots + \Delta Y_n^2}{n}} = \pm 0,019m \tag{2}$$

$$m = \sqrt{\frac{m_x^2 + m_y^2}{2}} = \pm 0,024m \tag{3}$$

3.2. Đánh giá độ chính xác của việc phát hiện cây với tiêu chí về vị trí cây

Về số lượng cây: so sánh về số lượng cây phát hiện được từ ảnh UAV và số cây đếm được ở một đoạn đường dọc kênh Tân Hóa.

Bảng 3. Đánh giá kết quả phát hiện cây với tiêu chí về số lượng cây.

Loại cây	Số lượng cây thực tế (cây)	Số lượng cây phát hiện trên ảnh (cây)	Sai khác (cây)
Cây tán nhỏ	24	24	0
Cây tán lớn	30	29	1

Từ bảng trên cho thấy, có sự sai khác 1 cây giữa thực tế và kết quả phát hiện được trên ảnh, sự sai khác này là do 2 cây có tán lớn ở gần nhau, lá đan xen nhau nên bị nhầm lẫn thành 1 cây.

$$\text{Độ chính xác của việc phát hiện cây} = \frac{53}{54} * 100\% = 98,1\%$$

3.3. Đánh giá độ chính xác của việc phát hiện cây với tiêu chí về độ rộng tán và chiều cao cây

Sau khi tiến hành điều tra ngoại nghiệp, dùng máy toàn đạc điện tử kiểm tra ngẫu nhiên độ cao của một số cây tại thực địa, đồng thời đo độ rộng tán cây, thu được kết quả như sau:

Bảng 4. Đánh giá kết quả phát hiện cây với tiêu chí về độ rộng tán và chiều cao cây.

Cây số	Độ rộng tán phát hiện từ UAV (m)	Độ rộng tán đo từ thực địa (m)	Độ lệch độ rộng tán (m)	Chiều cao cây phát hiện từ UAV	Chiều cao cây đo ở thực địa	Độ lệch chiều cao cây (m)
				H _{CHM} (m)	H _{thực địa} (m)	
9	3,2	3,9	-0,7	4,67	5,91	-1,24
10	7,0	7,9	-0,9	8,67	9,90	-1,23
86	2,9	3,8	-0,9	3,83	5,06	-1,23
91	6,6	7,2	-0,6	9,27	10,71	-1,44
100	1,8	2,5	-0,7	3,41	4,90	-1,49
107	6,4	7,4	-1,0	8,37	9,50	-1,13
Sai số trung phương đo độ rộng tán			±0,8	Sai số trung phương đo chiều cao cây		±1,30

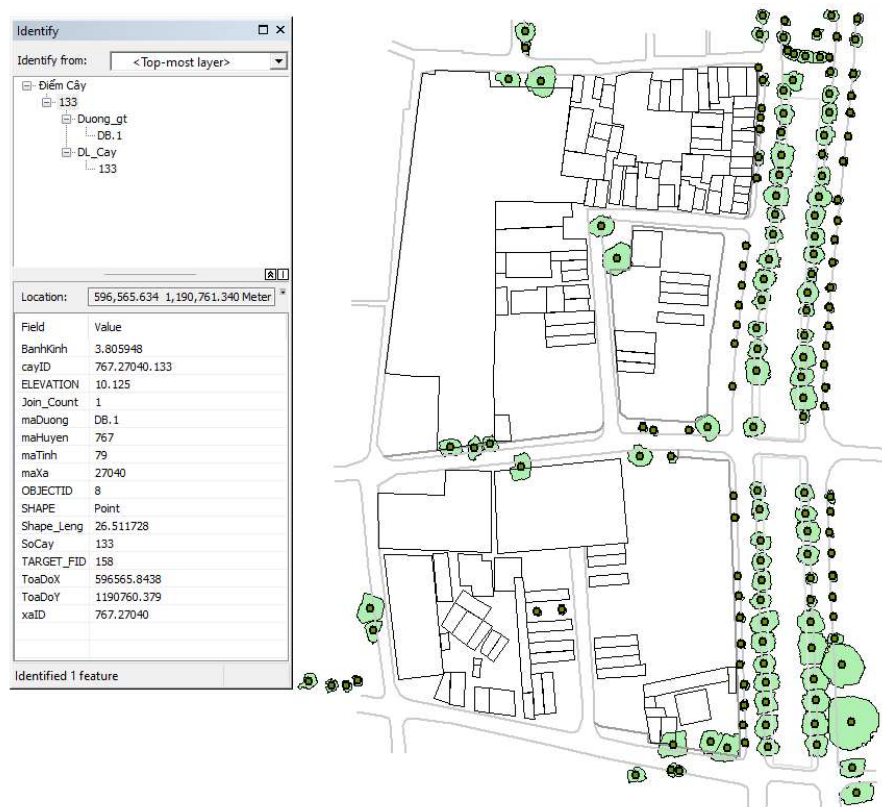
Từ bảng 4 cho thấy, sau khi đo khảo sát 6 cây cho kết quả sai số trung phương đo độ rộng tán ± 0,8 m, sai số trung phương đo chiều cao cây là ± 1,3 m. Sở dĩ có sự chênh lệch lớn như vậy là do một sự tăng trưởng của cây hàng năm về chiều cao cũng như độ rộng tán.

3.4. Cơ sở dữ liệu quản lý cây xanh

Xây dựng các lớp dữ liệu không gian, các bảng thuộc tính và liên kết dữ liệu [19] để tạo ra cơ sở dữ liệu quản lý cây xanh. Mỗi cây xanh sẽ có vị trí hiển thị trực quan kèm theo các thông tin như:

- + Vị trí cây: nằm trên đường nào, phía đường, phường/xã, quận/huyện.
- + Độ cao, kích thước thân cây.
- + Tên gọi và đặc tính của cây.
- + Các cây chịu ảnh hưởng khi có các công tác cải tạo, mở rộng tuyến đường.

Dữ liệu quản lý cây đáp ứng đủ các mục tiêu đã đặt ra. Dữ liệu được liên kết hoàn thiện, các thuộc tính liên kết với nhau và không bị lỗi tra cứu ở bất kỳ cây xanh nào.



Hình 6. Cơ sở dữ liệu cây xanh trong khu vực nghiên cứu.

4. Kết luận

Sử dụng bộ ảnh UAV có thể giúp phát hiện chính xác vị trí cây xanh lên đến 98,1%, độ rộng tán cây và chiều cao của cây có sự chênh lệch trung bình tương ứng là 0,8 m và 1,3 m, tuy nhiên, có sự chênh lệch là do có sự tăng trưởng của cây theo thời gian. Nếu hiệu chỉnh tốc độ tăng chiều cao hàng năm của cây ước tính từ 0,8–1,3 m thì việc sử dụng UAV có thể phát hiện chiều cao cây với sai số từ 0,0 m đến 0,5 m. Xây dựng dữ liệu cây xanh phục vụ cho quản lý đô thị bằng ảnh UAV kết hợp GIS là giải pháp tiết kiệm thời gian, cung cấp đầy đủ thông tin, dễ dàng cập nhật và sử dụng. Giải pháp này có thể được mở rộng để xây dựng bộ cơ sở dữ liệu cây xanh thống nhất cho toàn thành phố, mỗi cây đều có một mã quản lý riêng biệt, với các thông tin chi tiết từ loại cây, chiều cao, độ rộng tán, số năm tuổi,... từ đó giúp cơ quan lý ra quyết định tía cành hoặc có kế hoạch thay thế kịp thời, tránh gây tai nạn trong các mùa mưa bão.

Đóng góp của tác giả: Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: T.N.H.T., T.T.K.O.; Điều tra, khảo sát, phân tích số liệu: T.N.H.T., T.T.K.O.; Viết bản thảo bài báo: T.N.H.T., T.T.K.O.; Chỉnh sửa bài báo: T.N.H.T., L.T.C.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn sự góp ý của tập thể giảng viên Khoa Trắc địa, Bản đồ và Thông tin địa lý, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường TP.HCM; các nhận xét của quý Thầy Cô Khoa Môi trường và Tài Nguyên, Trường Đại học Bách Khoa TP.HCM để cho bài báo được hoàn thiện hơn.

Lời cam đoan: Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

Tài liệu tham khảo

1. Bùi Thị Minh Thu. Quản lý nhà nước về cây xanh đô thị tại Thành phố Hồ Chí Minh. *Luận văn thạc sĩ quản lý công*, 2017.
2. Wiley-Blackwell. Urban Tree Management: For the Sustainable Development of Green Cities, 2016.
3. Evangelos Tasoulasa,*Gregory Varrasa, Ioanninis Tsirogiannisa, Christos Myriounis. Development of a GIS Application for Urban Forestry Management Planning, 2013.
4. Trang thông tin điện tử quận Tân Phú, <http://www.tanphu.hochiminhcity.gov.vn/Default.aspx> (Truy cập ngày 15 tháng 9 năm 2021).
5. DJI. Introduction to Phantom 4 Pro, 2021.
6. USGS. Ground control point, <https://www.usgs.gov/landsat-missions/ground-control-points> (Truy cập ngày 15 tháng 9 năm 2021).
7. Trung tâm nghiên cứu và nuôi trồng dược liệu quốc gia. Long não, 2021 <https://www.thuocdantoc.org/duoc-lieu/long-nao> (Truy cập ngày 10 tháng 7 năm 2021).
8. Văn phòng ủy ban nhân dân Thành phố Hồ Chí Minh. Trồng cây long não trên vỉa hè dọc kênh Tân Hóa – Lò Gốm, 2015 (Truy cập ngày 10 tháng 7 năm 2021).
9. Chính phủ. Nghị định Số: 64/2010/NĐ-CP về Quản lý cây xanh đô thị, 2010.
10. Ngô Thị Phương Thảo, Bùi Tiến Diệu, Mai Trọng Minh, Nguyễn Quang Khánh, Nguyễn Tuấn Anh, Ngô Hùng Long, Nguyễn Quốc Long. Đánh giá độ chính xác mô hình số bề mặt và bản đồ ảnh trực giao thành lập từ phương pháp ảnh máy bay không người lái (UAV). *Tạp chí khoa học kỹ thuật Mô -Địa chất, tập 58, kỳ 5, 10-2017*, 18-27.
11. Agisoft LLC. Discover intelligent photogrammetry with Metashape, 2021.
12. Blue Marble Geographics. Global Mapper - Spatial data processing, analysis, and visualization, 2021.
13. Trần Ngọc Huyền Trang, Nguyễn Phúc Hoa Đăng. Xây dựng bản đồ 3D khu vực thành phố Hồ Chí Minh từ ảnh UAV. *Tạp chí giao thông vận tải, số tháng 10 năm 2021*, 98-102.
14. Temenoujka Bandrova. Innovative technology for the creation of 3D maps. *Data Science Journal* 4: 52 – 58. 2005.
15. Nex, F., Remondino, F. UAV for 3D mapping applications: a review. *Appl Geomat*, 6: 1–15. 2014.
16. ESRI. ArcGIS - Discover your power with ArcGIS, 2021.
17. Mónica Herrero-Huerta, Beatriz Felipe-García• Soledad Belmar-Lizarán, David Hernández-López, Pablo Rodríguez-Gonzálvez, Diego González-Aguilera , Dense Canopy Height Model from a low-cost photogrammetric platform and LiDAR data, 2016.
18. H.L. Ko, S.W. Kwon, S.W. Chung, D.Y. Moon, J.W. Park, J. W. Seo, S.M, Kang, Analysis of Accuracy for 3D Reconstruction using 2D Image Obtained from Unmanned Aerial Vehicle (UAV), 2016.
19. Mason Itkin, Mihui Kim, Younghee Park. Development of Cloud-Based UAV Monitoring and Management System, 2016.

Combining Unmanned Aerial Vehicle (UAV) and GIS for building data in management of urban trees

Tran Ngoc Huyen Trang^{1,2*}, Tran Thi Kim Oanh¹, Le Trung Chon²

¹ Ho Chi Minh City University For Natural Resources and Environment;
tnhtrang@hcmunre.edu.vn; tranthikimoanh057@gmail.com

² Ho Chi Minh City University of Technology, Vietnam National University – Ho Chi Minh City; tnhtrang.dts20@hcmut.edu.vn; ltchon@hcmut.edu.vn

Abstract: Application of UAV combined with GIS in resource and environment management is becoming more and more popular. Trees in urban areas have different heights and ages, so management is required to avoid falling trees during storms, ensuring safety for participants traffic and neighboring households. In this paper, we use Phantom 4 Pro flying device in combination with ground control points to collect data at the research area in Tan Hoa Canal, Tan Phu District, Ho Chi Minh City. Using UAV images to build Digital Surface Model–DSM, Digital Terrain Model–DTM and Canopy Height Model–CHM – a model representing the height of objects from the ground. Classification of tree elements from Point clouds using Agisoft Metashape and Global Mapper software. Detect the location of trees, calculate the height and the width of the foliage and apply GIS to build a database to serve urban tree management. Combining the use of survey methods and field measurements to assess the accuracy, therefore, the research results have high reliability.

Keywords: UAV and GIS; Canopy Height Model; Urban tree management.