



ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI TRONG GIAI ĐOẠN THI CÔNG DỰ ÁN XÂY DỰNG

APPLICATION OF DRONE TECHNOLOGY IN EXECUTION PHASE OF CONSTRUCTION PROJECTS

Ths. Tô Hương Chi^{1a}, Trần Nguyễn Hoàng Uyên^{1b}

Tóm tắt: Công nghệ máy bay không người lái đã mang lại những tiến bộ mang tính đột phá trong lĩnh vực xây dựng trên toàn cầu cũng như tại Việt Nam. Bài báo này nhằm giới thiệu về những loại máy bay không người lái đang được ứng dụng trong ngành Xây dựng và mô tả việc áp dụng chúng trong giai đoạn thi công dự án. Đồng thời cũng nhấn mạnh những hiệu quả của việc áp dụng công nghệ máy bay không người lái đối với công tác thi công xây dựng để đảm bảo tiến độ, chất lượng và an toàn lao động cho dự án.

Từ khóa: Máy bay, không người lái, thi công, dự án, xây dựng.

Abstract: The drone technology has brought groundbreaking advancements in the construction industry globally as well as in Vietnam. This article aims to introduce the types of drones being utilized in the construction sector and describes their application in the project construction phase. It also emphasizes

the effectiveness of applying drone technology in construction work to ensure project progress, quality, and labor safety.

Keywords: Airplane, drone, construction, project, building.

Nhận bài ngày 15/8/2024, chỉnh sửa bài ngày 20/9/2024, chấp nhận đăng ngày 2/10/2024.

1. Giới thiệu

Một dự án xây dựng thường bao gồm ba giai đoạn là thiết kế, thi công và bảo trì. Trong đó, giai đoạn thi công xây dựng được xem là quan trọng, mất nhiều thời gian, kinh phí, đòi hỏi nguồn nhân lực cao và tiềm ẩn nhiều nguy cơ rủi ro nhất. Chính vì vậy, việc ứng dụng công nghệ máy bay không người lái trong giai đoạn này đã góp phần tối ưu hóa quy trình làm việc, hỗ trợ công tác giám sát chất lượng thi công công trình, đồng thời phát hiện sớm các vấn đề tiềm ẩn để giảm thiểu rủi ro và đảm bảo an toàn khi thi công

công trình [1]. Máy bay không người lái sử dụng trong giai đoạn thi công được trang bị camera nhiệt, hệ thống hình ảnh độ phân giải cao và thậm chí cả trí tuệ nhân tạo, những máy bay không người lái này cho phép kiểm tra hiệu quả và chính xác cơ sở hạ tầng, tòa nhà và thiết bị [2]. Bằng cách nhanh chóng xác định các khiếm khuyết về cấu trúc, giám sát chất lượng xây dựng và đảm bảo tuân thủ các quy định an toàn, máy bay không người lái kiểm tra góp phần nâng cao tính minh bạch của dự án, giảm yêu cầu lao động thủ công và cải thiện kết quả chung của dự án.

2. Phân loại máy bay không người lái trong xây dựng

Có ba loại máy bay không người lái (UAV) phổ biến thường được dùng trong lĩnh vực xây dựng là máy bay không người lái cánh cố định, máy bay không người lái cánh quay và máy bay không người lái lai. Mỗi loại UAV có ưu điểm và nhược điểm riêng và sự lựa chọn phù hợp phụ thuộc

¹ Khoa Kỹ thuật công trình, Trường ĐH Tôn Đức Thắng
Email: ^atohuongchi@tdtu.edu.vn, ^btrannguyenhoanguyen@tdtu.edu.vn

vào nhiều yếu tố như kích thước khu vực cần che phủ, khả năng tải trọng và điều kiện môi trường. Lựa chọn máy bay không người lái phù hợp cần dựa trên phân tích kỹ lưỡng của yêu cầu của nhiệm vụ cụ thể.

2.1 Máy bay không người lái cánh cố định

Ưu điểm

Thời gian bay kéo dài lâu hơn, tốc độ và độ bền cao hơn so với máy bay không người lái cánh quay, thích hợp cho việc che phủ khu vực rộng lớn một cách nhanh chóng, phù hợp với các dự án khảo sát và lập bản đồ quy mô lớn [3].

Khả năng tải trọng lớn hơn, có thể mang theo thiết bị nặng hơn như máy ảnh độ phân giải cao và bộ cảm biến LiDAR cho phép thu thập dữ liệu trên không chi tiết để lập bản đồ chính xác, tạo mô hình 3D.

Thiết kế khí động học và khả năng chịu gió lớn, cho phép chúng duy trì sự ổn định và chụp được hình ảnh chất lượng cao ngay cả trong thời tiết khó như gió giật mạnh [4].

Nhược điểm

Giá thành cao hơn: Khoản đầu tư ban đầu cần thiết cho hệ thống máy bay không người lái cánh cố định có thể là rào cản đối với các dự án kỹ thuật dân dụng quy mô nhỏ hoặc các doanh nghiệp có ngân sách hạn chế.

Không thể di chuyển hoặc bay trong không gian chật hẹp như máy bay không người lái cánh quay. Điều này hạn chế khả năng kiểm tra các cấu trúc thẳng đứng hoặc thực hiện kiểm tra ở cự ly gần ở các khu vực tắc nghẽn.

Khả năng cơ động hạn chế, yêu cầu cất cánh/hạ cánh lâu hơn, đòi hỏi không gian lớn hơn cho việc cất cánh và hạ cánh.

Vận hành phức tạp hơn, đòi hỏi người điều khiển có tay nghề cao.

2.2 Máy bay không người lái cánh quay

Ưu điểm

Máy bay không người lái cánh quay có khả năng cơ động cao và khả năng bay lơ lửng: Phù hợp để kiểm tra ở cự ly gần các cấu trúc thẳng đứng và hoạt động trong không gian chật hẹp, cho phép kiểm tra chi tiết các công trường và cơ sở hạ tầng [5].

Máy bay không người lái cánh quay tương đối dễ vận hành hơn so với máy bay không người lái cánh cố định: Chúng có thể được điều khiển bởi các phi công có ít kinh



Máy bay không người lái cánh cố định

<https://event38.com/fixed-wing/e455-vtol-drone>



Máy bay không người lái cánh quay

Nguồn: <https://www.aeroexpo.online/prod/italdrone>

nghiệm và đào tạo hơn. Phù hợp với các dự án kỹ thuật dân dụng quy mô nhỏ hoặc các doanh nghiệp có nguồn lực hạn chế [6].

Nhược điểm

Thời gian bay hạn chế: Điều này hạn chế phạm vi phủ sóng của chúng và khiến chúng ít phù hợp hơn cho các dự án khảo sát hoặc giám sát quy mô lớn đòi hỏi thời gian bay dài [7].

Khả năng tải trọng thấp hơn so với máy bay không người lái cánh cố định: Nó mang theo các thiết bị nhẹ hơn như máy ảnh nhỏ hoặc cảm biến, có thể hạn chế khả năng của nó trong việc lập bản đồ có độ phân giải cao hoặc thu thập dữ liệu nặng [8].

Kích thước nhỏ và kết cấu nhẹ: Khiến chúng dễ bị ảnh hưởng bởi nhiễu loạn gió hơn, có thể ảnh hưởng đến độ ổn định của chuyến bay và chất lượng của dữ liệu thu được [9].

2.3 Máy bay không người lái lai

Ưu điểm

Máy bay không người lái lai kết hợp tính linh hoạt của máy bay không người lái cánh cố định và máy bay không người lái cánh quay. Chúng có thể cất hạ cánh thẳng đứng giống như máy bay không người lái cánh quay, cho phép hoạt động trong không gian hạn chế và thực hiện kiểm tra ở cự ly gần.

Đồng thời, chúng có thể chuyển sang chế độ bay có cánh cố định cho phép chúng mang theo máy ảnh lớn hơn, cảm biến LiDAR hoặc các thiết bị khác để bao phủ các khu vực rộng lớn hơn và bay lâu hơn. Theo đó, nâng cao khả năng thu thập dữ liệu chi tiết của họ, chẳng hạn như lập bản đồ có độ phân giải cao hoặc mô hình 3D của các công trường xây dựng [10].

Nhược điểm

Chúng khó vận hành so với máy bay không người lái đơn chế độ. Người điều khiển cần được đào tạo kỹ lưỡng để xử lý quá trình chuyển đổi giữa các chế độ bay, cũng như hiểu rõ hơn về vận hành hệ thống hybrid. Ngoài ra, chi phí ban đầu của máy bay không người lái lai có thể cao hơn do tính tích hợp của cả khả năng cánh cố định và cánh quay, dẫn đến giá mua cao hơn.

3. Ứng dụng Drone trong giai đoạn thi công dự án

3.1 Giám sát tiến độ thi công

Máy bay không người lái cung cấp một phương pháp hiệu quả và chính xác để theo dõi tiến độ thi công của dự án: Bằng cách thường xuyên chụp ảnh trên không hoặc tiến hành khảo sát bằng phương pháp chụp ảnh, máy bay không người lái cho phép người quản lý dự án đánh giá tình trạng của

các hoạt động xây dựng khác nhau [11]. Dữ liệu thu được có thể được so sánh với dòng thời gian của dự án, cho phép theo dõi tiến độ và xác định bất kỳ sự chậm trễ hoặc tắc nghẽn nào. Giám sát tiến độ theo thời gian thực cho phép chủ động đưa ra quyết định và điều chỉnh phân bổ nguồn lực để giữ cho dự án đúng tiến độ, đảm bảo dự án luôn đi đúng hướng.

Đồng thời, máy bay không người lái giúp cho việc giám sát kỹ thuật thi công dự án: Giảm thiểu việc làm lại và đảm bảo dự án được thực hiện đúng thiết kế kỹ thuật và tiêu chuẩn quy định. Việc sử dụng máy bay không người lái giúp nâng cao tính chính xác và kỹ lưỡng của việc kiểm tra, cho phép xác định các khiếm khuyết và sai lệch so với kế hoạch thiết kế.

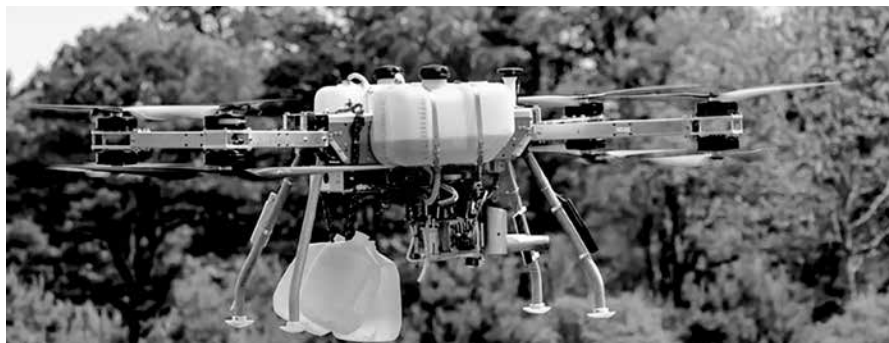
Ngoài ra, máy bay không người lái tạo điều kiện liên lạc hiệu quả giữa các đơn vị khác nhau của dự án xây dựng: Cho phép các bên liên quan hình dung và hiểu được tiến độ của dự án [12]. Tài liệu trực quan về quá trình phát triển của công trường hỗ trợ sự phối hợp, giảm khả năng hiểu lầm và thúc đẩy sự hiểu biết chung về tình trạng của dự án giữa tất cả các bên liên quan.

3.2 Kiểm tra chất lượng công trình

Máy bay không người lái đóng một vai trò quan trọng trong việc kiểm soát chất lượng bằng cách thu thập hình ảnh và dữ liệu có độ phân giải cao cho phép kiểm tra kỹ lưỡng và phát hiện lỗi. Hình ảnh chi tiết cho phép người kiểm tra xác định ngay cả những khiếm khuyết nhỏ, chẳng hạn như vết nứt, ăn mòn hoặc khuyết tật bề mặt, có thể bị bỏ sót trong quá trình kiểm tra mặt đất [13]. Bằng cách so sánh dữ liệu thu được với kế hoạch xây dựng hoặc mô hình 3D, thanh tra viên có thể nhanh chóng xác định bất kỳ sai lệch hoặc sai sót nào trong quá trình xây dựng. Việc phát hiện sớm các khiếm khuyết này cho phép khắc phục kịp thời, đảm bảo rằng dự án đáp ứng các tiêu chuẩn chất lượng cần thiết. Máy bay không người lái cũng tạo điều kiện thuận lợi cho việc ghi chép có hệ thống và theo dõi các khiếm khuyết đã được xác định, cung cấp hồ sơ rõ ràng về các vấn đề cần giải quyết.

3.3. Giám sát an toàn trong thi công

Giám sát an toàn bằng cách sử dụng máy bay không người lái trong giai đoạn xây giúp tăng cường các biện pháp an toàn



Máy bay không người lái

Nguồn: <https://news.mit.edu/2017/hybrid-drones>



Máy bay không người lái chụp ảnh công trình từ trên cao

Nguồn: <https://blog.bluebeam.com/how-drone-technology-is-constructions-eye-in-the-sky/>

và giảm thiểu các mối nguy hiểm ẩn: Máy bay không người lái được trang bị camera, cảm biến và khả năng xử lý dữ liệu tiên tiến mang lại một số lợi ích cho việc giám sát an toàn trong xây dựng. Bằng cách chụp hình ảnh và video có độ phân giải cao, máy bay không người lái có thể xác định các điều kiện không an toàn như kết cấu mất ổn định, thiết bị máy móc thi công bị sự cố, hoặc công nhân sử dụng thiết bị bảo vệ cá nhân không đúng cách [14].

Hình 5 thể hiện một nghiên cứu điển hình về việc sử dụng máy bay không người lái để giám sát an toàn trong một dự án xây dựng tòa nhà cao tầng. Máy bay không người lái đã chụp ảnh người công nhân làm việc trên cao trong điều kiện không có rào chắn bảo vệ và công nhân không thắt dây an toàn. Từ đó, đưa ra các biện pháp khắc phục cần thiết để phòng tránh rủi ro.

Trong trường hợp khẩn cấp hoặc sự cố trên công trường, máy bay không người lái có thể nhanh chóng cung cấp nhận thức tình huống theo thời gian thực. Máy bay không người lái được trang bị camera nhiệt có thể hỗ trợ xác định vị trí người mất tích hoặc điểm nóng trong các sự cố như cháy nổ, hỏa hoạn. Thông tin theo thời gian thực

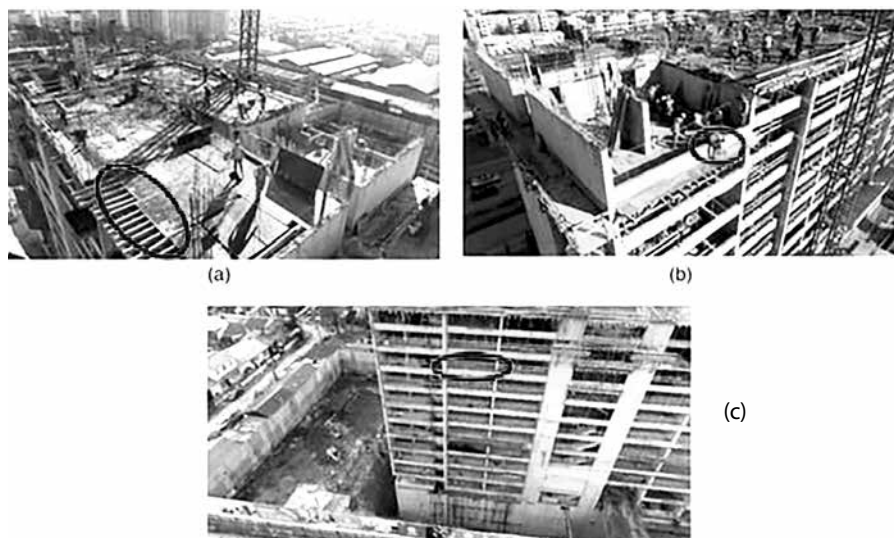
này giúp đẩy nhanh các nỗ lực ứng phó khẩn cấp, đảm bảo an toàn cho nhân viên tại chỗ [15].

Ngoài việc giám sát an toàn, máy bay không người lái có thể tăng cường an ninh tại địa điểm bằng cách cung cấp khả năng giám sát. Máy bay không người lái được trang bị camera và cảm biến có thể giám sát chu vi công trường và phát hiện những truy cập trái phép [16]. Nguồn cấp dữ liệu video trực tiếp và cảnh quay được ghi lại có thể được sử dụng để điều tra, tăng cường an ninh công trường và bảo vệ tài sản xây dựng có giá trị.

3.4. Giảm chi phí xây dựng, thời gian thi công và sức lao động của con người

Sử dụng máy bay không người lái trong giám sát thi công giúp giảm chi phí so với việc thuê máy bay hay trực thăng ở những công trình cao tầng.

Đồng thời tiết kiệm công sức của người lao động: Một số công việc nguy hiểm như giám sát thi công ở trên cao, điều kiện khắc nghiệt, nơi có gió to, nhiệt độ quá cao hoặc quá thấp, việc sử dụng máy bay không người lái sẽ thay thế sự hiện diện của con người nhằm đảm bảo an toàn, đồng thời lại rất thuận tiện và nhanh chóng.



Hình ảnh UAV phục vụ giám sát an toàn tại một công trường:
(a) thiếu lan can; (b) công nhân không có dây an toàn; và (c) thiếu lan can
Nguồn: Jhonattan G. Martinez [20]

Rút ngắn thời gian thi công: Nhờ vào việc chuyển thông tin qua hình ảnh và video mà thông tin được cung cấp đầy đủ ngay lập tức, giúp cho việc giám sát trở nên thuận lợi, khả năng đưa ra quyết định một cách nhanh chóng, làm giảm thời gian thi công dự án.

Kết luận

Trong giai đoạn xây dựng, máy bay không người lái đã đóng một vai trò quan trọng với việc giám sát tiến độ xây dựng, tiến hành kiểm tra và đảm bảo an toàn trên công trường xây dựng. Camera chụp ảnh và truyền video theo thời gian thực nên máy bay không người lái cung cấp cái nhìn tổng quan toàn diện và kịp thời về công trường, xác định các vấn đề tiềm ẩn để hạn chế rủi ro đồng thời tối ưu hóa quy trình giám sát giúp đảm bảo tiến độ và kỹ thuật thi công. Khi một dự án được bảo đảm tiến độ và an toàn trong công tác thi công, nó sẽ góp phần giảm chi phí và tiết kiệm nguồn nhân lực đáng kể.

Nhìn chung, việc tích hợp máy bay không người lái trong ngành Xây dựng đã mang lại những tiến bộ mang tính đột phá không chỉ trong giai đoạn thi công xây dựng mà còn có ảnh hưởng đến toàn bộ vòng đời của dự án: từ giai đoạn khảo sát thiết kế đến khi hoàn thành và đưa vào sử dụng cũng như bảo trì và sửa chữa. Khi công nghệ tiếp tục phát triển, dự kiến máy bay không người lái sẽ ngày càng đóng vai trò quan trọng trong việc định hình tương lai của ngành Xây dựng, hỗ trợ các chuyên gia đạt được

năng suất cao hơn, giảm thiểu rủi ro và cung cấp các dự án có chất lượng vượt trội.

Tài liệu tham khảo:

- [1] Zhang, Y.; Zhang, K, Design of Construction Site Dust Detection System Based on UAV Flying Platform, In Proceedings of the IEEE International Conference on Control Science and Electric Power Systems, Shanghai, China, 2021
- [2] Zhang, C.; Wang, F.; Zou, Y.; Dimyadi, J.; Guo, B.H.; Hou, L, Automated UAV image-to-BIM registration for building façade inspection using improved generalised Hough transform, Autom. Constr, 2023.
- [3] Villanueva, J.R.E.; Martínez, L.I.; Montiel, J.I.P, DEM Generation from Fixed-Wing UAV Imaging and LiDAR-Derived Ground Control Points for Flood Estimations, Sensor, 2019.
- [4] Sonkar, S.; Kumar, P.; George, R.C.; Yuvaraj, T.P.; Philip, D.; Ghosh, A.K, Real-time object detection and recognition using fixed-wing Lale VTOL UAV, IEEE Sens. J, 2022.
- [5] Yang, H.; Lee, Y.; Jeon, S.-Y.; Lee, D, Multi-rotor drone tutorial: Systems, mechanics, control and state estimation. Intell. Serv. Robot, 2017.
- [6] Freimuth, H.; König, M, Planning and Executing Construction Inspections with Unmanned Aerial Vehicles, Autom. Constr, 2018.
- [7] Deng, C.; Wang, S.; Huang, Z.; Tan, Z.; Liu, J, Unmanned Aerial Vehicles for power line inspection: A cooperative way in

platforms and communications, J. Commun, 2014.

[8] Jacob-Loyola, N.; Munoz-La Rivera, F.; Herrera, R.F.; Atencio, E, Unmanned aerial vehicles (uavs) for physical progress monitoring of construction, Sensors, 2021.

[9] Li, X.; Wu, J, Extracting High-Precision Vehicle Motion Data from Unmanned Aerial Vehicle Video Captured under Various Weather Conditions, Remote Sens, 2022.

[10] Saeed, A.S.; Younes, A.B.; Cai, C.; Cai, G, A Survey of Hybrid Unmanned Aerial Vehicles, Prog. Aerosp. Sci, 2018.

[11] Ngadiman, N.; Kaamin, M.; Nizam, M.A.H.M.; Johar, M.A.H.; Roslin, M.A, Unmanned aerial vehicle (UAV) visual monitoring in construction, Ann. Rom. Soc. Cell Biol, 2021

[12] Yang, J.; Park, M.W.; Vela, P.A.; Golparvar-Fard, M, Construction Performance Monitoring via Still Images, Time-Lapse Photos, and Video Streams: Now, Tomorrow, and the Future, Adv. Eng. Inform, 2015.

[13] Liu, Q.; Chen, B.; Yan, Y.; Zhang, C, A measurement method for construction planning and completion based on UAV photography, In Proceedings of the 2022 4th International Conference on Intelligent Control, Measurement and Signal Processing, Hangzhou, China, 2022.

[14] Feroz, S.; Abu Dabous, S, UAV-Based Remote Sensing Applications for Bridge Condition Assessment, Remote Sens, 2021

[15] Moumgiakmas, S.S.; Samatas, G.G.; Papakostas, G.A, Computer Vision for Fire Detection on UAVs—From Software to Hardware, Future Internet, 2021.

[16] Kumarapu, K.; Shashi, M.; Keesara, V.R, UAV in Construction Site Monitoring and Concrete Strength Estimation, J. Indian Soc. Remote Sens, 2020.

[17] Jin, J.W.; Miwa, M.; Shim, J.H, Design and construction of a Quad tilt-Rotor UAV using servo motor, J. Eng. Educ. Res, 2014.

[18] Nguyen, K.D.; Ha, C.; Jang, J.T, Development of a new hybrid drone and software-in-the-loop simulation using px4 code, Springer: Cham, Switzerland, 2018.

[19] Martinez, J.G.; Gheisari, M.; Alarcón, L.F, UAV integration in current construction safety planning and monitoring process: Case study of a high-rise building construction project in Chile. J. Manag. Eng, 2020.