

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MÁY BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI (UAV) TRONG KIỂM TRA TRẬT TỰ ĐÔ THỊ TRÊN ĐỊA BÀN THÀNH PHỐ THỦ ĐỨC

STUDY ON THE APPLICATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAV) IN INSPECTING URBAN ORDER IN THU DUC CITY

Nguyễn Sơn Lâm

Nguyễn Văn Giang

Trần Hoàng Yên

Đại Học Công Nghệ TP.HCM (HUTECH)

Nguyễn Thành Đạt

Học viện Hàng không Việt Nam

TÓM TẮT:

Bài báo này trình bày kết quả của nghiên cứu về ứng dụng máy bay không người lái (UAV) để giám sát và kiểm tra trật tự đô thị trên địa bàn Thành phố Thủ Đức. Nghiên cứu nhằm mục đích tìm hiểu các mục tiêu cụ thể, phương pháp và kỹ thuật sử dụng UAV để kiểm tra trật tự đô thị, cũng như đánh giá những đóng góp của nghiên cứu đối với việc quản lý đô thị. Phương pháp nghiên cứu đã sử dụng máy bay không người lái để thu thập dữ liệu và hình ảnh về trật tự đô thị trên địa bàn Thành phố Thủ Đức. Sau đó, các tác giả đã sử dụng các công cụ phân tích hình ảnh và xử lý dữ liệu để đánh giá tình trạng đô thị, bao gồm các thông tin về giao thông, đô thị vệ tinh và hạ tầng công cộng. Nghiên cứu của bài báo cũng đề cập đến những thách thức và giải pháp để áp dụng UAV trong kiểm tra trật tự đô thị. Kết quả cho thấy, việc sử dụng UAV là một giải pháp tiên tiến, hiệu quả và có thể được áp dụng rộng rãi trong việc giám sát và kiểm tra trật tự đô thị trên địa bàn Thành phố Thủ Đức. Nghiên cứu này mang lại đóng góp quan trọng cho việc quản lý đô thị và có tiềm năng ứng dụng trong nhiều địa phương khác.

Từ khoá: phương tiện bay không người lái (UAV); kiểm tra trật tự đô thị; ứng dụng công nghệ; giám sát đô thị; quản lý đô thị.

ABSTRACT:

This article presents the results of a study on the application of unmanned aerial vehicles (UAV) for monitoring and inspecting urban order in Thu Duc City. The study aims to explore specific objectives, methods, and techniques for using UAVs to inspect urban order, as well as evaluating the contribution of the study to urban management. The research method utilized UAVs to collect data and images of

urban order in Thu Duc City. Then, the authors used image analysis tools and data processing to evaluate the urban situation, including information on traffic, satellite urban areas, and public infrastructure. The article also discusses the challenges and solutions for applying UAVs in urban order inspections. The results show that the use of UAVs is an advanced, effective solution that can be widely applied in monitoring and inspecting urban order in Thu Duc City. This study makes an important contribution to urban management and has the potential for application in many other localities.

Keywords: *unmanned aerial vehicle (UAV); urban order inspection; technological applications; urban surveillance; urban management.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

1.1. Những vấn đề chung

Đô thị hóa là một hiện tượng toàn cầu đang diễn ra, với sự phát triển và mở rộng nhanh chóng của các thành phố. Khi các khu đô thị tiếp tục phát triển, việc đảm bảo trật tự đô thị trở nên quan trọng để quản lý hiệu quả và đảm bảo sự phát triển tốt đẹp cho cư dân. Việc duy trì trật tự đô thị bao gồm nhiều khía cạnh, bao gồm việc giám sát tình trạng giao thông, đánh giá khu vực đô thị từ vệ tinh và đánh giá hạ tầng công cộng. Các phương pháp truyền thống để kiểm tra và đánh giá trật tự đô thị thường dựa vào quan sát từ mặt đất, điều này tốn thời gian, đòi hỏi nhiều công sức và có phạm vi hạn chế.

Để vượt qua những hạn chế này và nâng cao hiệu quả của việc kiểm tra trật tự đô thị, việc ứng dụng máy bay không người lái (UAV) đã trở thành một giải pháp hứa hẹn. UAVs, hay còn được gọi là drone, mang lại lợi thế của quan điểm từ trên cao, cho phép thu thập dữ liệu toàn diện và hiệu quả trên diện tích đô thị lớn. Bằng cách sử dụng công nghệ UAV, ta có thể thu thập dữ liệu và hình ảnh trong thời gian thực, từ đó tạo điều kiện cho việc đánh giá trật tự đô thị một cách chính xác và toàn diện hơn.

Thành phố Thủ Đức, nằm ở Việt Nam, là một trong những khu vực đô thị đang đối mặt với thách thức quản lý trật tự đô thị trong bối cảnh đô thị hóa nhanh chóng. Với mục tiêu cải thiện phương pháp kiểm tra trật tự đô thị, nghiên cứu này tập trung khám phá ứng dụng của UAV trong việc giám sát và đánh giá trật tự đô thị tại Thành phố Thủ Đức. Bằng việc nghiên cứu các mục tiêu cụ thể, phương pháp và kỹ thuật sử dụng UAV trong kiểm tra trật tự đô thị, nghiên cứu này đóng góp vào việc hiểu rõ tiềm năng của UAV trong quản lý đô thị.

1.2. Tình hình nghiên cứu ứng dụng UAV trên thế giới và trong nước

Trong thập kỷ qua, công nghệ UAV (phương tiện bay không người lái) đã có bước phát triển vượt bậc. Với ưu điểm bay được ở độ cao thấp, tốc độ chậm, linh hoạt, khả năng mang các thiết bị quan sát, cảm biến, UAV ngày càng được ứng dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực. Trong bối cảnh đô thị hóa nhanh chóng, UAV hứa hẹn giải quyết nhiều thách thức trong quản lý đô thị. Trên thế giới đã có nhiều ứng dụng thực tế như: ứng dụng UAV trong giám sát môi trường đô thị[1] UAV được trang bị các cảm biến, máy ảnh chuyên dụng có thể thu thập dữ liệu về chất lượng không khí, tiếng ồn, nhiệt độ, độ ẩm... giúp phát hiện sớm các vấn đề môi trường. Các nghiên cứu chỉ ra UAV có thể dễ dàng bay thấp, chụp ảnh với độ phân giải cao để đánh giá chất lượng cây xanh, diện tích không gian xanh, từ đó đề ra các giải pháp quy hoạch hợp lý. Giám sát giao thông và cơ sở hạ tầng[2], [3], hệ thống camera trên UAV cho phép theo dõi, phân tích luồng giao thông, phát hiện ùn tắc, tai nạn, điểm đen. Dữ liệu thu thập được giúp cải thiện việc điều phối giao thông, nâng cao hiệu quả vận tải công cộng. UAV còn được sử dụng để kiểm tra tình trạng cơ sở hạ tầng thiết yếu[4] như đường ống nước, đường dây điện, phát hiện sớm các hư hỏng. Hỗ trợ công tác cứu hộ, cứu nạn[5], với khả năng tiếp cận nhanh các khu vực khó khăn, UAV được sử dụng để tìm kiếm, cứu nạn trong các thảm họa thiên nhiên như lũ lụt, động đất... Ngoài ra, UAV còn hỗ trợ cung cấp hình ảnh, thông tin phục vụ chỉ huy, điều phối hiệu quả các lực lượng cứu hộ. Tuy vậy, vấn đề này cũng tồn tại những thách thức[6]. Mặc dù UAV mang lại nhiều tiện ích, việc ứng dụng trên diện rộng vẫn gặp một số thách thức về quy định pháp lý, an toàn bay và bảo mật thông tin[7]. Các cơ quan quản lý cần xây dựng khung pháp lý về hoạt động và quản lý UAV. Công nghệ điều khiển tự động và tránh va chạm cũng cần phát triển để đảm bảo an toàn. Giải pháp mã hóa và kiểm soát quyền truy cập thông tin cần áp dụng để bảo vệ dữ liệu cá nhân, an toàn thông tin quốc gia và các cá nhân[8].

Ứng dụng máy bay không người lái (UAV) đã trở thành một lĩnh vực nghiên cứu hứa hẹn tại Việt Nam trong những năm gần đây. Dễ dàng nhận thấy tình hình nghiên cứu ứng dụng UAV trong nước đang phát triển và được quan tâm đáng kể. Một số nghiên cứu ứng dụng nổi bật như: Nghiên cứu chế độ bay UAV trong khảo sát địa hình công trình dạng tuyến - ứng dụng cho đoạn đường đê Xuân Quan, Hà Nội [9], nghiên cứu này tập trung vào khảo sát địa hình công trình dạng tuyến sử dụng UAV. Đây là một ứng dụng quan trọng trong việc đo lường và quản lý địa hình, đặc biệt là trong các dự án xây dựng và quản lý đường đê. Nghiên cứu này cho thấy sự quan tâm đến việc sử dụng UAV trong công trình cơ sở hạ tầng và quản lý môi trường đô thị. Kỹ thuật mô phỏng máy bay không người lái và áp dụng thuật toán trong các ứng dụng quân sự [10], nghiên cứu này tập trung vào việc mô phỏng máy bay không người lái và áp dụng các thuật toán trong các ứng dụng quân sự, cho thấy sự quan

tâm đến việc sử dụng UAV trong lĩnh vực quân sự và khả năng ứng dụng các thuật toán để nâng cao hiệu suất và khả năng tự động hóa của UAV. Nghiên cứu khả năng ứng dụng của thiết bị UAV chi phí thấp trong đo đạc thành lập bản đồ: thử nghiệm một số công trình trên địa bàn tỉnh Bình Định[11], nghiên cứu này cho thấy sự quan tâm đến việc sử dụng UAV chi phí thấp để cải thiện quá trình đo đạc và lập bản đồ, đồng thời tăng cường khả năng tiết kiệm chi phí và thời gian so với các phương pháp truyền thống. Nghiên cứu ứng dụng thiết bị bay không người lái (UAV) để lập bản đồ vi phạm hành lang kỹ thuật công trình vườn quan trắc khí tượng bề mặt[12], cho thấy sự quan tâm đến việc sử dụng UAV trong việc giám sát và quản lý các hành lang kỹ thuật và công trình vườn quan trắc khí tượng. Các nghiên cứu trên cho thấy sự quan tâm đáng kể và sự phát triển của ứng dụng UAV trong nhiều lĩnh vực như đo đạc, khảo sát, quản lý môi trường, công trình cơ sở hạ tầng, và quân sự. Việc sử dụng UAV giúp cải thiện hiệu suất, tiết kiệm chi phí và thời gian, đồng thời tăng cường khả năng tự động hóa và mô phỏng trong các ứng dụng quân sự

2. TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG UAV TRONG KIỂM TRA TRẬT TỰ ĐÔ THỊ THỊ TRÊN ĐỊA BÀN THÀNH PHỐ THỦ ĐỨC

Tiềm năng ứng dụng UAV trong kiểm tra trật tự đô thị trên địa bàn Thành phố Thủ Đức là rất đa dạng và mang lại nhiều lợi ích. Nghiên cứu tập trung vào việc sử dụng UAV để giám sát, phân tích và cải thiện trạng thái đô thị, bao gồm các khía cạnh như xây dựng trái phép, vi phạm quy định về xây dựng, giao thông và môi trường. Qua đó, nghiên cứu đề xuất các biện pháp nhằm tăng cường tính minh bạch và hiệu quả quản lý trật tự đô thị. Đánh giá các tiềm năng của việc sử dụng UAV trong kiểm tra trật tự đô thị, bao gồm:

a. Giám sát và phân tích trạng thái đô thị: Xác định khả năng của UAV trong việc thu thập hình ảnh và dữ liệu từ trên cao để đánh giá tình trạng trật tự đô thị, như xây dựng trái phép, vi phạm quy định về xây dựng, chất lượng công trình, và vi phạm giao thông.

b. Giám sát việc tuân thủ quy định giao thông: Đánh giá khả năng của UAV trong việc giám sát giao thông, xác định các điểm nút giao thông tắc nghẽn, vi phạm luật giao thông và đưa ra các giải pháp nhằm cải thiện lưu thông và đảm bảo an toàn giao thông.

c. Kiểm tra quản lý chất lượng công trình: Đánh giá khả năng của UAV trong việc kiểm tra chất lượng công trình, tiến độ xây dựng và tuân thủ quy định xây dựng. Sử dụng UAV cho việc kiểm tra quản lý chất lượng công trình có thể cung cấp hình ảnh và dữ liệu chi tiết về tiến độ xây dựng và chất lượng công trình từ trên cao. UAV có thể thực hiện việc kiểm tra tự động hoặc được điều khiển bởi nhân viên kiểm tra để thu thập thông tin về các khuyết điểm, sai sót và vi phạm quy định xây dựng. Nhờ

vào khả năng bay ở độ cao và góc nhìn rộng, UAV có thể phát hiện những vấn đề khó thấy từ mặt đất, giúp cải thiện quản lý chất lượng công trình và đảm bảo tiến độ xây dựng.

d. Giám sát và phát hiện vi phạm môi trường: Xác định khả năng của UAV trong việc giám sát và phát hiện các vi phạm liên quan đến môi trường như xả thải ô nhiễm, rừng cháy, và vi phạm quy định về bảo vệ môi trường. UAV có thể được trang bị các cảm biến và công nghệ nhận dạng để giám sát môi trường từ trên cao. Chúng có thể cung cấp hình ảnh và dữ liệu về chất lượng không khí, ô nhiễm nước, và sự thay đổi của môi trường tự nhiên. Bằng cách sử dụng UAV, các cơ quan quản lý môi trường có thể nhanh chóng xác định các khu vực có nguy cơ cao và ưu tiên các biện pháp kiểm soát và xử lý vi phạm môi trường.

e. Tăng cường tính minh bạch và hiệu quả quản lý: Đánh giá khả năng của UAV trong việc tăng cường tính minh bạch và hiệu quả quản lý. Sử dụng UAV cho việc giám sát và kiểm tra trật tự đô thị có thể tăng tính minh bạch trong quá trình quản lý. Hình ảnh và dữ liệu thu thập từ UAV có thể được chia sẻ và truy cập dễ dàng bởi các bên liên quan, bao gồm cơ quan chức năng, các nhà đầu tư, và cộng đồng. Điều này giúp tạo ra một môi trường quản lý minh bạch, nâng cao sự đồng thuận và sự tin tưởng của công chúng. Ngoài ra, sử dụng UAV cũng có thể tăng hiệu quả quản lý bằng cách giảm thời gian và công sức cần thiết để thu thập thông tin và thực hiện kiểm tra trật tự đô thị, từ đó tập trung tài nguyên vào các vấn đề quan trọng hơn và đưa ra các biện pháp cải thiện hiệu quả.

3. NHỮNG THÀNH TỰU BAN ĐẦU

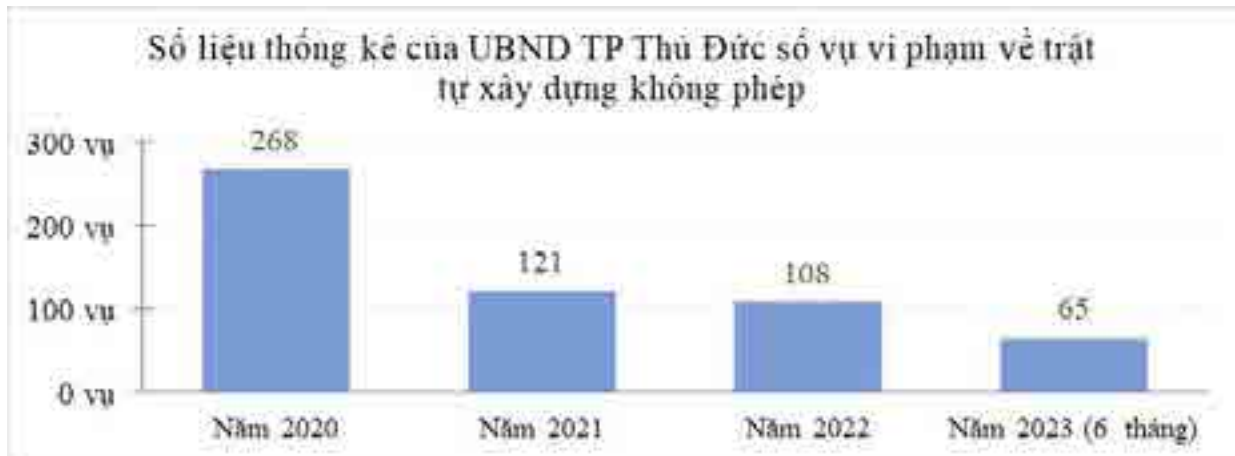
Ứng dụng UAV có liên hệ mật thiết với Đề án Xây dựng Thành phố Hồ Chí Minh trở thành đô thị thông minh đến năm 2025[13]. Đề án này đặt mục tiêu xây dựng thành phố Hồ Chí Minh trở thành đô thị thông minh, hiện đại, dựa trên nền tảng công nghệ thông tin và truyền thông[14]. Một trong những mục tiêu cụ thể của đề án là “Nâng cao hiệu quả quản lý đô thị”. Một số bước đi cụ thể của thành phố trong việc ứng dụng UAV trong quản lý, kiểm tra trật tự đô thị bao gồm:

- Tổ chức hội nghị tập huấn ứng dụng UAV cho cán bộ, công chức[15]: Thành phố đã tổ chức hội nghị tập huấn ứng dụng UAV cho cán bộ, công chức của các cơ quan chức năng. Đây là bước quan trọng để nâng cao nhận thức và kỹ năng sử dụng UAV của cán bộ, công chức.

- Lắp đặt hệ thống camera thông minh tích hợp với UAV: Thành phố đã lắp đặt hệ thống camera thông minh sử dụng công nghệ trí tuệ nhân tạo, tích hợp với UAV để tăng cường khả năng giám sát, phát hiện các vi phạm trật tự đô thị.

• Ứng dụng UAV để phát hiện và xử lý các vi phạm trật tự đô thị: Thành phố đã sử dụng UAV để phát hiện và xử lý nhiều vụ việc vi phạm trật tự đô thị như xây dựng trái phép, đổ trộm rác thải[16], an ninh đô thị[17]... Việc sử dụng UAV đã góp phần nâng cao hiệu quả công tác quản lý, kiểm tra trật tự đô thị của thành phố.

Thành phố Thủ Đức là một trong những khu đô thị lớn nhất Việt Nam, với diện tích hơn 211 km² và dân số gần 1 triệu người. Trong những năm gần đây, thành phố Thủ Đức đang phát triển nhanh chóng, kéo theo nhiều vấn đề về trật tự đô thị (Hình 1,[18]) như ùn tắc giao thông, ô nhiễm môi trường, xây dựng trái phép...



Hình 1. Thống kê số vụ vi phạm về trật tự xây dựng không phép qua các năm

Để giải quyết những vấn đề này, thành phố Thủ Đức đã bắt đầu nghiên cứu ứng dụng UAV để quản lý, kiểm tra trật tự đô thị. Ứng dụng UAV trong quản lý, kiểm tra trật tự đô thị có nhiều ưu điểm vượt trội so với các phương pháp truyền thống. Dưới đây là một số số liệu về việc sử dụng UAV trên địa bàn thành phố Thủ Đức:

Số lượng UAV: Theo báo cáo của UBND thành phố Thủ Đức, tính đến tháng 8 năm 2023, thành phố đã trang bị 44 UAV cho các cơ quan chức năng.

Các lĩnh vực sử dụng UAV: UAV được sử dụng trong nhiều lĩnh vực trên địa bàn thành phố Thủ Đức, bao gồm:

Quản lý đô thị: Giám sát trật tự đô thị, an ninh trật tự, an toàn giao thông,...

Cứu hộ, cứu nạn: Hỗ trợ công tác cứu hộ, cứu nạn trong các tình huống khẩn cấp.

Nông nghiệp: Giám sát đồng ruộng, phun thuốc trừ sâu,...

Du lịch: Chụp ảnh, quay phim,...

Kết quả đạt được: UAV đã được sử dụng để phát hiện và xử lý nhiều vụ việc vi phạm trật tự đô thị như xây dựng trái phép, đổ trộm rác thải,... Việc sử dụng UAV đã góp phần nâng cao hiệu quả công tác quản lý, kiểm tra trật tự đô thị của thành phố Thủ Đức.

Dưới đây là một số ví dụ cụ thể về việc sử dụng UAV trên địa bàn thành phố Thủ Đức:

Ngày 27/7/2022, UAV được sử dụng để phát hiện và xử lý vụ xây dựng trái phép tại phường Linh Xuân.

Ngày 10/8/2022, UAV được sử dụng để phát hiện và xử lý vụ đổ trộm rác thải tại phường Hiệp Bình Phước.

Ngày 20/8/2022, UAV được sử dụng để hỗ trợ công tác cứu hộ, cứu nạn sau vụ sạt lở đất tại phường Long Phước.

Có thể thấy, việc sử dụng UAV đã mang lại nhiều hiệu quả tích cực trong việc quản lý, kiểm tra trật tự đô thị trên địa bàn thành phố Thủ Đức, số lượt vi phạm xây dựng không phép có xu hướng giảm (Hình 1). Tuy nhiên, việc sử dụng UAV cũng cần được thực hiện theo đúng quy định của pháp luật để đảm bảo an toàn và hiệu quả.

4. NHỮNG CƠ HỘI VÀ THÁCH THỨC KHI ỨNG DỤNG UAV TRONG QUẢN LÝ TRẬT TỰ ĐÔ THỊ TRÊN ĐỊA BÀN THÀNH PHỐ THỦ ĐỨC

Ứng dụng UAV trong quản lý trật tự đô thị trên địa bàn thành phố Thủ Đức mang lại nhiều cơ hội và thách thức.

a. Cơ hội

Tăng cường khả năng giám sát, phát hiện vi phạm trật tự đô thị: UAV có thể bay ở độ cao lớn, giúp quan sát được diện rộng của một khu vực. Điều này giúp phát hiện các vi phạm trật tự đô thị như xây dựng trái phép, đổ trộm rác thải,... một cách nhanh chóng và chính xác.

Tăng cường hiệu quả công tác quản lý đô thị: Việc sử dụng UAV giúp các cơ quan chức năng có thể giám sát hoạt động của các cơ sở kinh doanh, dịch vụ,... một cách hiệu quả hơn. Điều này góp phần nâng cao trật tự, an toàn xã hội.

Tiết kiệm chi phí, thời gian: UAV giúp các cơ quan chức năng tiết kiệm chi phí và thời gian cho công tác giám sát, kiểm tra trật tự đô thị.

b. Thách thức

Về quy định pháp luật: Hiện nay, quy định pháp luật về sử dụng UAV còn chưa đầy đủ, chưa thống nhất. Điều này có thể gây khó khăn cho các cơ quan chức năng trong việc sử dụng UAV một cách hiệu quả và an toàn.

Về nguồn nhân lực: Việc sử dụng UAV đòi hỏi người vận hành phải có kiến thức, kỹ năng chuyên môn. Tuy nhiên, nguồn nhân lực này hiện nay còn hạn chế.

Về chi phí: Chi phí đầu tư cho UAV và các thiết bị phụ trợ tương đối cao. Điều này có thể gây khó khăn cho các cơ quan chức năng trong việc trang bị UAV.

Để phát huy hiệu quả của việc ứng dụng UAV trong quản lý trật tự đô thị trên địa bàn thành phố Thủ Đức, cần có sự phối hợp chặt chẽ giữa các cơ quan chức năng, các doanh nghiệp công nghệ và người dân. Các cơ quan chức năng cần hoàn thiện hành lang pháp lý, quy định về sử dụng UAV. Các doanh nghiệp công nghệ cần phát triển các giải pháp phần mềm chuyên dụng để hỗ trợ việc giám sát, xử lý vi phạm trật tự đô thị bằng UAV. Người dân cần nâng cao ý thức chấp hành pháp luật, tích cực tham gia giám sát, phát hiện vi phạm trật tự đô thị.

5. MỘT SỐ ĐỀ XUẤT VÀ KIẾN NGHỊ

Để giải quyết những khó khăn trong việc ứng dụng UAV kiểm tra trật tự đô thị trên địa bàn thành phố Thủ Đức, cần có sự phối hợp chặt chẽ giữa các cơ quan chức năng, các doanh nghiệp công nghệ và người dân. Cụ thể, các kiến nghị, đề xuất như sau:

a. Về quy định pháp luật

Hoàn thiện hành lang pháp lý, quy định về sử dụng UAV. Các quy định cần cụ thể, chi tiết, phù hợp với thực tế sử dụng UAV trong quản lý trật tự đô thị.

Tăng cường tuyên truyền, phổ biến pháp luật về sử dụng UAV cho các cơ quan chức năng, doanh nghiệp và người dân.

b. Về nguồn nhân lực

Tổ chức đào tạo, bồi dưỡng kiến thức, kỹ năng sử dụng UAV cho cán bộ, công chức của các cơ quan chức năng.

Tăng cường hợp tác với các doanh nghiệp công nghệ để đào tạo, bồi dưỡng nguồn nhân lực sử dụng UAV.

c. Về chi phí

Tìm kiếm các nguồn lực tài chính để hỗ trợ các cơ quan chức năng trang bị UAV và các thiết bị phụ trợ.

Ưu tiên sử dụng UAV trong các nhiệm vụ cấp bách, cần thiết.

Ngoài ra, cần có sự phối hợp chặt chẽ giữa các cơ quan chức năng, các doanh nghiệp công nghệ và người dân trong việc ứng dụng UAV kiểm tra trật tự đô thị. Cụ thể:

Các cơ quan chức năng cần xây dựng kế hoạch, lộ trình cụ thể để triển khai ứng dụng UAV trong quản lý trật tự đô thị.

Các doanh nghiệp công nghệ cần phát triển các giải pháp phần mềm chuyên dụng để hỗ trợ việc giám sát, xử lý vi phạm trật tự đô thị bằng UAV.

Người dân cần nâng cao ý thức chấp hành pháp luật, tích cực tham gia giám sát, phát hiện vi phạm trật tự đô thị.

Với sự phối hợp chặt chẽ và hiệu quả, việc ứng dụng UAV trong quản lý trật tự đô thị trên địa bàn thành phố Thủ Đức sẽ mang lại nhiều hiệu quả tích cực, góp phần xây dựng thành phố Thủ Đức trở thành đô thị thông minh, hiện đại./.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] C. Alvarez-Mendoza, R. Vilches, and A. Teodoro, *Evaluation of urban green spaces with uav-based photography, in Quito, Ecuador*. 2017. doi: 10.13140/RG.2.2.34540.05762.

[2] N. A. Khan, N. Z. Jhanjhi, S. N. Brohi, R. S. A. Usmani, and A. Nayyar, "Smart traffic monitoring system using Unmanned Aerial Vehicles (UAVs)," *Comput Commun*, vol. 157, pp. 434-443, May 2020, doi: 10.1016/j.comcom.2020.04.049.

[3] M. Hossain, M. A. Hossain, and F. A. Sunny, "A UAV-Based traffic monitoring system for smart cities," in *2019 International Conference on Sustainable Technologies for Industry 4.0, STI 2019*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Dec. 2019. doi: 10.1109/STI47673.2019.9068088.

[4] E. Maltezos, M. Skitsas, E. Charalambous, N. Koutras, D. Bliziotis, and K. Themistocleous, "Critical infrastructure monitoring using UAV imagery," K. Themistocleous, D. G. Hadjimitsis, S. Michaelides, and G. Papadavid, Eds., Aug. 2016, p. 96880P. doi: 10.1117/12.2240478.

[5] N. Mohamed, J. Al-Jaroodi, I. Jawhar, A. Idries, and F. Mohammed, "Unmanned aerial vehicles applications in future smart cities," *Technol Forecast Soc Change*, vol. 153, p. 119293, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.techfore.2018.05.004.

[6] F. Mohammed, A. Idries, N. Mohamed, J. Al-Jaroodi, and I. Jawhar, "UAVs for smart cities: Opportunities and challenges," in *2014 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)*, IEEE, May 2014, pp. 267-273. doi: 10.1109/ICUAS.2014.6842265.

[7] E. Vattapparamban, I. Guvenc, A. I. Yurekli, K. Akkaya, and S. Uluagac, "Drones for smart cities: Issues in cybersecurity, privacy, and public safety," in *2016 International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC)*, IEEE, Sep. 2016, pp. 216-221. doi: 10.1109/IWCMC.2016.7577060.

[8] B. F. G. Fabrègue and A. Bogoni, "Privacy and Security Concerns in the Smart City," *Smart Cities*, vol. 6, no. 1, pp. 586-613, Feb. 2023, doi: 10.3390/smartcities6010027.

[9] L. N. Dũng *et al.*, "Nghiên cứu chế độ bay UAV trong khảo sát địa hình công trình dạng tuyến - ứng dụng cho đoạn đường đê Xuân Quan, Hà Nội," *Tạp chí Khoa học Công nghệ Xây dựng (KHCCND) - ĐHXDHN*, vol. 15, no. 7V, pp. 131-142, Nov. 2021, doi: 10.31814/stce.huce(nuce)2021-15(7V)-12.

[10] Minh, "Kỹ thuật mô phỏng máy bay không người lái và áp dụng thuật toán trong các ứng dụng quân sự," *Journal of Military Science and Technology*, no. 72, pp. 158-161, Apr. 2021, doi: 10.54939/1859-1043.j.mst.72.2021.158-161.

[11] N. Trọng Đợi, Đ. Tấn Nghị, N. Anh Tú, and N. Hữu Xuân, "Nghiên cứu khả năng ứng dụng của thiết bị UAV chi phí thấp trong đo đạc thành lập bản đồ: thử nghiệm một số công trình trên địa bàn tỉnh Bình Định," *Vietnam Journal of Hydrometeorology*, vol. EME4, no. 1, pp. 202-214, Apr. 2022, doi: 10.36335/VNJHM.2022(EME4).202-214.

[12] V. Văn Hòa, L. Minh Tuấn, and P. Văn Hạnh, "Nghiên cứu ứng dụng thiết bị bay không người lái (UAV) để lập bản đồ vi phạm hành lang kỹ thuật công trình vườn quan trắc khí tượng bề mặt," *Vietnam Journal of Hydrometeorology*, vol. 1, no. 745, pp. 1-10, Jan. 2023, doi: 10.36335/VNJHM.2023(745).1-10.

[13] Ủy ban nhân dân Thành phố Hồ Chí Minh, "Đề án Xây dựng Thành phố Hồ Chí Minh trở thành đô thị thông minh đến năm 2025," Quyết định số 392/QĐ-UBND ngày 03 tháng 02 năm 2021.

[14] Ủy ban nhân dân Thành phố Hồ Chí Minh, "Chương trình nghiên cứu khoa học - phát triển công nghệ và nâng cao tiềm lực khoa học và công nghệ trên địa bàn Thành phố Hồ Chí Minh giai đoạn 2021-2025," Quyết định số 630/QĐ-UBND ngày 03 tháng 3 năm 2022.

[15] Lương Hợp, "Thành Phố Thủ Đức: Hội Nghị Tập Huấn Ứng Dụng Drone (Thiết Bị Bay Không Người Lái) Vào Hoạt Động Quản Lý Nhà Nước," <https://>

ttvhtpthuduc.vn/ban-tin/thanh-pho-thu-duc-hoi-nghi-tap-huan-ung-dung-drone-thiet-bi-bay-khong-nguoi-lai-vao-hoat-dong-quan-ly-nha-nuoc/, Mar. 28, 2022.

[16] Ngô Tùng, “Thủ Đức dùng thiết bị bay không người lái để ngăn nạn xả rác,” *https://tienphong.vn/thu-duc-dung-thiet-bi-bay-khong-nguoi-lai-de-ngan-nan-xa-rac-post1562912.tpo*, Aug. 23, 2023.

[17] Nhất Hoàng, “TP.Thủ Đức sử dụng máy bay không người lái để quản lý an ninh,” *https://vovgiaothong.vn/tpthu-duc-su-dung-may-bay-khong-nguoi-lai-de-quan-ly-an-ninh-d31197.html*, Dec. 29, 2022.

[18] Chí Lộc, “TP Thủ Đức: Ngăn chặn ngay từ đầu những trường hợp có dấu hiệu bảo kê, thầu xây dựng nhà ở không phép,” *https://hcmcpv.org.vn/tin-tuc/tp-thu-duc-ngan-chan-ngay-tu-dau-nhung-truong-hop-co-dau-hieu-bao-ke-thau-xay-dung-nha-o-khong-phe-1491911877*, Aug. 03, 2023.