

الطائرات المسييرة لمراقبة حركة المرور والحوادث

Drones for Monitoring the Traffic and Accidents

إعداد :

- | | |
|-------------|--------------------|
| 20222005432 | 1. سعيد الغامدي |
| 20222006119 | 2. علي حسن الطيبي |
| 20222005595 | 3. عبد الله السيف |
| 20222006164 | 4. سامي الغامدي |
| 20222005732 | 5. مهند الرعوجي |
| | 6. متعب آل زمانان |
| | 7. مشعل المطيري |
| | 8. يزيد الفرم |
| | 9. إبراهيم آل تمان |

إشراف :

د. وليد سليمان

4	المقدمة
5	مشكلة البحث
6	اهمية البحث
8	اهداف البحث
9	اسئلة البحث
9	الدراسات السابقة
16	الاطار النظري
19	تاريخ الطائرات المسيرة
24	مفهوم عملية الطائرات المسيرة لمراقبة حركة المرور
43	انواع الطائرات المسيره لحركة المرور:
57	المرجعية القانونية لاستخدام الطائرات بلا طيار
75	الطائرات المسيرة التكنولوجيا ذات الوجهين

المخاطر البيئية للطائرات المسيرة.....81

الاستنتاجات.....87

المراجع.....91

أصبحت الطائرات المسيرة أقل تكلفة في وقت تستمر التكنولوجيا التي تسيورها أخذة بالتطور بسرعة. وعلى هذا النحو، بتنا نشهد زيادة في استخدامها لا للترفيه وللأغراض التجارية فقط، بل للأغراض الإجرامية أيضاً وقد أدى ذلك بطبيعة الحال إلى ظهور تحديات خطيرة أمام أوساط إنفاذ القانون على الصعيد العالمي، إذ أصبحت الطائرات المسيرة ثابتة أساسية من ثوابت البيئة العملية الحالية للعمل الشرطي لا يمكنها إلا أن تنمو من حيث الحجم والتأثير في المستقبل ومع ذلك، لا يزال العديد من موظفي إنفاذ القانون يفتقرون إلى التوعية والفهم في مجال تقنيات الطائرات المسيرة، وتشكل الطائرات المسيرة تهديدا كبيرا للسلامة والأمن العامين في حالة إساءة استخدامها، لذلك من الأهمية بمكان تزويد هؤلاء الموظفين بالمعارف والتدريب اللازمين لمواجهة حوادث الطائرات المسيرة على نحو آمن وفعال.

وعلاوة على ذلك، فإن الطائرات المسيرة تحتوي على بيانات قيمة يتعين استرجاعها وتحليلها تمهيدا لتقديم أدلة تدعم التحقيق مع خبراء طائرات مسيرة مستعان بهم من أجهزة إنفاذ القانون والقطاع الخاص والأوساط الأكاديمية من جميع أنحاء العالم، وكانت هذه الشبكة هي القوة الدافعة وراء إنشاء إطار لمواجهة حوادث الطائرات المسيرة الخاص بالمستجيبين الأول والعاملين في مجال الأدلة الجنائية الرقمية وقد أعدت هذه الوثيقة لتكون أداة مرجعية لأجهزة إنفاذ القانون في جميع أنحاء العالم وهي ترسم صورة عن الجهود المستمرة لتشجيع

الابتكار وتعزيز أفضل الممارسات بين بلداننا الأعضاء إن هذا الإطار هو جزء من التزامنا المستمر بجعل العالم مكانا أكثر أمانا، وأود أن أشكر كل من أسهم فيه،

أن الطائرات المسيرة تنبه غرف العمليات عند حدوث تباطؤ في حركة المرور ، وتستجيب بسرعة للمكالمات المتعلقة بالحوادث وسيارات الإسعاف ، وترصد المخالفات المرورية الخطيرة التي تشكل تهديداً على حياة المواطنين وأن الهدف من استخدام الطائرات المسيرة هو إحداث تأثير إيجابي على حركة المرور ، وشدد على أهمية الشراكة مع المواطنين لضمان السلامة المرورية.

و إن إدارة المرور تواكب كافة الأساليب التكنولوجية المتطورة للتحكم في حركة المرور ، وأن استخدام الطائرات المسيرة سيكون خطوة مهمة في تنفيذ الخطة الاستراتيجية التي وضعتها الدائرة ، وإبلاغ غرف العمليات بالمواقع التي تشهد حركة مرور كثيفة ، خاصة في أوقات الذروة ، وكذلك تلك التي يتم فيها تسجيل المخالفات المرورية.

مشكلة البحث

واجه الباحث عدت صعوبات أثناء القيام بالبحث وأبرزها

- قلة المراجع والبحوث التي تتناول موضوع الطائرات بدون طيار ، خاصة في المجال المدني ، إن لم يكن جزئياً. في ظل عدم وجود مراجع تخصصية كافية باللغة العربية ، اضطر الباحث إلى الرجوع إلى مراجع غير أكاديمية لتغطية بعض أجزاء البحث.

- تناولت معظم الدراسات حتى الآن القضايا المتعلقة بالطيران المدني والطائرات المأهولة بدلاً من الطائرات بدون طيار.

- تم إعداد معظم الدراسات والتقارير والمراجع السابقة التي تناولت استخدام الطائرات بدون طيار من منظور القانون الدولي ، فيما يتعلق بالقضايا المتعلقة بانتهاكات حرمة الحياة الخاصة أو ما يتعلق بقواعد القانون الدولي الإنساني.

- لا تزال اللوائح القانونية للاستخدام المدني للمركبات الجوية غير المأهولة جزئياً بدائية وغامضة ، مما جعل من الصعب على الباحث تحليل وتقييم وشرح الغرض منها ، خاصةً بسبب الافتقار إلى التطبيقات العملية. المشرعين منه

- الغموض في إجراءات التأمين على الطائرات بدون طيار في المملكة العربية السعودية حيث ألزم المشرع المشغلين بتأمين بعض فئات الطائرات بدون طيار.

- عدم وجود أحكام قضائية تتعلق بمسألة الطائرات بدون طيار صادرة عن المحاكم السعودية.

اهمية البحث

تكمن اهمية الدراسة في توضيح اهمية الطائرات المسيرة لمراقبة حركة المرور والحوادث حيث من خلالها يمكن فحص الطرق ذات الحركة المرورية الكثيفة بشكل روتيني لتحديد الحفر أو المناطق المشبعة بالمياه ، والتي غالباً ما تؤدي إلى وقوع حوادث.

ويمكن للطائرة بدون طيار مراقبة الطرق السريعة وتقديم تقرير ربع سنوي عن حالة الطريق ويمكن استخدام هذه البيانات من قبل دائرة الأشغال العامة لطرح عقود الصيانة ويمكن إنشاء خرائط حركة المرور في المدينة للحصول على معلومات في الوقت الفعلي عن الاختناقات المرورية والحوادث وما إلى ذلك ، مما سيساعد في التخطيط لعمليات التحويل المناسبة لتخفيف الازدحام في مناطق معينة

علاوة على ذلك ، من المتوقع أن تقود تحليلات الفيديو عملية اتخاذ القرار وتساعد في إدارة حركة المرور وتخطيط المسار ستتيح المعلومات في الوقت الفعلي حول حركة مرور المركبات والمشاة والازدحام اتخاذ قرارات تستند إلى الأدلة بشأن إنشاءات الطرق الجديدة ومتطلبات إشارات المرور ومتطلبات إشارات المشاة وما إلى ذلك.

تُستخدم هذه الطائرات لإدارة خطط الطيران (مسارات الطيران والمجال الجوي) التي يرسلها مشغلو الطائرات بدون طيار باستخدام وظيفة إدارة المرور والتأكد من عدم وجود تداخل في خطط الطيران ومسارات الطيران والمجال الجوي ومعلومات مجال الإقلاع الهبوط المقدمة من خلال حركة المرور الأخرى المهام الإدارية.

يتم استخدامها أيضًا للتحقق مما إذا كان الطقس مناسبًا لتحليق الطائرات بدون طيار بأمان والبحث عن المباني والتضاريس ، باستخدام المعلومات المكانية ثلاثية الأبعاد ، التي قد تتداخل مع الرحلات الجوية في حالة وجود تداخل ، يتم تقديم طلب لتغيير خطة الرحلة إلى وظيفة إدارة المرور.

بالإضافة إلى هذه المعلومات الثابتة ، لديها أيضاً آلية لإرسال معلومات منطقة حظر الطيران غير المخطط لها ، والتي يمكن تعيينها عند وقوع كارثة ، إلى وظيفة إدارة حركة المرور ومشاركة المعلومات مع وظيفة إدارة حركة المرور لمواقع الطائرات المأهولة التي قد تطير في نفس المجال الجوي.

اهداف البحث

من خلال البحث سوف نوضح ما يلي:

- توضيح اهمية الطائرات المسيرة في مراقبة حركة المرور والحوادث
- توضيح ما ما يمكنها عمله هذه الطائرات حيث تقدم مقاطع فيديو عالية الدقة وحرارية لحركة المرور والحشود في الوقت الفعلي والتي توفر معلومات مباشرة إلى الشرطة وسلطات المرور وتساعدهم على أداء واجباتهم بشكل أكثر كفاءة.
- توضيح ما توفره الطائرات المسيرة لمراقبة حركة المرور والحوادث للسلطات القدرة على اتخاذ القرارات في الوقت المناسب وتقديم استجابة أسرع وأكثر دقة.
- توضيح مزايا الطائرات المسيرة بدون طيار كأداة لا غنى عنها في مراقبة حركة المرور مع تقليل متطلبات القوى العاملة والموارد وزيادة قدرات المراقبة بشكل كبير.

• ما دور الطائرات المسيرة في مراقبة حركة المرور والحوادث؟

• هل تستطيع هذه الطائرات تقديم مقاطع فيديو لحركة المرور والحشود في الوقت الفعلي؟

• هل تستطيع هذه الطائرات مساعدة الشرطة وسلطات المرور وتساعدتهم على أداء واجباتهم بشكل أكثر

كفاءة؟

• هل توفر الطائرات المسيرة لمراقبة حركة المرور والحوادث للسلطات القدرة على اتخاذ القرارات في الوقت

المناسب وتقديم استجابة أسرع وأكثر دقة؟

• ما هي مزايا الطائرات المسيرة بدون طيار؟

الدراسات السابقة

1. دليل التنظيم الجديد للدرونز 'Drone' في قطر

دراسة قام بها الدكتور رافيل براون مع الباحثة المساعدة الأستاذة شيخة الملا، تتعلق بالأحكام والإجراءات

المتعلقة بالاستخدام المدني للطائرات بدون طيار في دولة قطر، وهي دراسة أولية توضح الإجراءات التي نص عليها

القانون القطري لتسجيل الطائرات بدون طيار، إضافة إلى أحكام استخدامها في المجال الجوي القطري

بينما امتد هذا البحث ليشمل دراسة الطائرات بدون طيار من حيث الأحكام وإجراءات التسجيل، فضلاً عن

المسؤولية المدنية التي قد تترتب على الاستخدام المدني للطائرات بدون طيار في ضوء القانون القطري.

2. النظام القانوني للطائرات بدون طيار "الدرونز"، للدكتور طاهر شوقي مؤمن.

تناولت الدراسة القواعد القانونية المنظمة للاستخدام المدني في ضوء القانون المصري مقارنة بقواعد القانون الإماراتي والفرنسي والأمريكي.

وتناولت هذه الدراسة القواعد القانونية في ضوء القانون القطري والقواعد الاسترشادية لمنظمة الطيران المدني الدولي الإيكاو والمعاهدات الدولية ذات الصلة، وتسلط الضوء بشكل خاص على الوضع الراهن لاستخدام الطائرات بدون طيار في دولة قطر.

3. "التنظيم القانوني للطائرات الموجهة عن بعد ذات الاستخدامات المدنية والتجارية من وجهة نظر منظمة

الطيران المدني الدولي ICAO

رسالة ماجستير للباحث عماد الدين أحمد عبد الحي، تناولت التنظيم القانوني للاستخدام المدني للطائرات بدون طيار في ضوء المعاهدات الدولية، ركزت على قواعد اتفاقية وارسو 1929، ومونتريال 1999، إضافة إلى اتفاقية روما 1952، والقواعد الاسترشادية التي وضعتها منظمة الطيران المدني الدولي الإيكاو.

تناولت هذه الدراسة وضع الطائرات بدون طيار في دولة قطر بشكل خاص، ودرستها بشكل معمق لبيان مدى كفايتها لتنظيم الطائرات بدون طيار وحماية الغير من الأضرار التي قد تسببها.

4. المسؤولية عن السلامة في الطيران المدني من خلال الأنظمة والقوانين المعاصرة، للدكتور عبد الله إبراهيم

الموسي

وهي دراسة حول المسؤولية المدنية عن الأضرار التي يسببها الاستخدام المدني للطائرات المأهولة للغير، وتركز

بشكل خاص على المسؤولية المدنية عن استخدام الطائرات بدون طيار كنوع من أنواع الطائرات.

5. دراسة (أوندرج كايترز*، ماتوش دوبيرياك، ميروسلاف ميشالكو، فرانتيشيك جاكاب وإيفانا نوفاكوفاف،

(2015) بعنوان مراقبة حركة المرور من منظور مركبة جوية بدون طيار

تركز الورقة على تطوير الحل التجريبي المستند إلى الويب لمعالجة الصور من منظور مركبة جوية بدون طيار

(UAV). على وجه التحديد ، يتم إجراء البحث كجزء من دراسة أوسع حول استخدام الطائرات بدون طيار في

حركة المرور في الجامعة التقنية في كوسيتش. تستكشف هذه المساهمة إمكانية استخدام الطائرات بدون طيار

كأداة للكشف عن الحالة الزمنية لحركة المرور في مواقع متعددة. يتم تمكين تحليل حركة المرور على الطرق

من خلال الكشف عن المركبات من منطقة الاهتمام المحددة من قبل المستخدم (ROI). ثم يعمل محتواه

كمدخل للكشف عن الحركة ، يليه اكتشاف المركبات باستخدام طراز YOLOv4. يمكن اكتشاف أنواع أخرى

من الاجسام ، مما يجعل النظام أكثر عالمية. يتم تتبع السيارة بعد التعرف عليها في إطارين متتاليين. تعتمد

خوارزمية التتبع على حساب المسافة الإقليدية وتقاطع المستطيلات. ينتج عن التحقق التجريبي متطلبات أجهزة

أقل لوحدة المعالجة المركزية ووحدة معالجة الرسومات بحوالي إطارين في الثانية عند استخدام تقنيات

التحسين ، مثل عائد الاستثمار أو الأبعاد المرجعية للأجسام. تصل دقة الكشف والتتبع اللاحق للسيارات إلى ما يقرب من 100٪ مع توفير تحديد دقيق للمسار.

6. دراسة من قبل د. عبد العال: هدفت الدراسة إلى تشخيص أثر حوادث الطرق في المملكة العربية السعودية والعناصر التي تحددها ، من خلال معرفة تأثير البعد الاقتصادي والاجتماعي ، وكذلك المعاناة والمآسي التي تسببها حوادث الطرق على الاقتصاد والمجتمع وخلصت الدراسة إلى ضرورة تكثيف حملات مكافحة مشاكل المملكة العربية السعودية على المدى القصير والطويل.

7. دراسة د. وكذلك تطوير الاتصالات الساتلية وتطوير مراكز المراقبة المرورية مع التركيز على تعليم وتدريب الكوادر المرورية. دراسة من قبل د. عثماوي (2332): أوضحت الدراسة أهمية التكاليف الاقتصادية لحوادث المرور في كل من الدول المتقدمة والنامية ، والتي أصبحت عبئاً متزايداً على الاقتصاد مع استمرار الزيادة في ملكية السيارات ، والتي تعود إلى تفاقم المشكلة. من حوادث السير في الدول المتقدمة حيث يزداد متوسط دخل الفرد ومن ثم معدلات ملكية السيارات الخاصة ، وخلصت الدراسة إلى أن التنظيم العملي السليم لتدفق حركة المرور وإتقان العناصر التي تحددها ، سواء في وسائل النقل أو في المرافق وأنظمة المرور ، وعندها سيكون من الممكن السيطرة على مشكلة المرور.

8. دراسات عن د. فادان: هدفت الدراسة إلى معرفة العلاقة بين التخطيط العمراني والمخالفات المرورية في مدينة جدة وسبل تجنب المخالفات المرورية من خلال مراجعة مخططات شبكات الطرق في هيكل المدينة

، ووضع استراتيجية للحد من المخالفات المرورية تشمل جميع القطاعات. المشاركة المتعلقة بخدمة وأمن المواطنين.

9. دراسة د. (وحيد): يهدف التعرف على عوامل القيم الاجتماعية وتأثيرها على مشكلة المرور خلصت الدراسة إلى أن القيم الاجتماعية السائدة تلعب دوراً مهماً في مشكلة الحوادث في المملكة العربية السعودية. مجاملة لتبادل التهاني ، انظر إلى السيارة كرمز للمكانة الاجتماعية والقوة الدافعة ، وسلمهم مقاليد المركبات ، ودع عائلاتهم ترافقهم.

10. قام (النافع والسيف، 1984) بدراسة بعنوان الخصائص النفسية والاجتماعية لسلوك قيادة السيارات بالمملكة العربية السعودية، والتي هدفت إلى تحليل الخصائص النفسية والاجتماعية المتعلقة بسلوك قيادة السيارات. وقد استخدم الباحثان المنهج الوصفي وتكونت عينة الدراسة من 2018 مبحوثاً تراوحت أعمارهم ما بين 17 عاماً وقل من 38 عاماً بالإضافة إلى 115 موقوفاً ممن ارتكبوا حوادث مرورية. وقد أسفرت نتائج الدراسة عن ما يلي: أن أهم عشرة تصرفات ترتبط إيجابياً بالحوادث هي السرعة الزائدة والتجاوزات في المنحنيات والطرق الضيقة والتجاوز بدون استخدام الإشارات وتغيير المسار بدون استعمال الإشارات، والانشغال بأشياء مختلفة أثناء القيادة، والإسراع المفاجئ بعبور الإشارة قبل غلقها، والانطلاق بمجرد غلق الإشارة المعاكسة دون انتظار، والتسابق مع سيارة أخرى، وقطع الإشارة الحمراء، والتجاوز من اليمين. وقد توصلت الدراسة كذلك إلى أن القيادة الآمنة التي تتبع

أصول السلامة وتلتزم بالنظم والآداب المرورية ترتبط ايجابياً بسمات المسؤولية وسلبيات بسمات الشخصية السلبية كالاندفاعية والعصبية والقهرية والقلق.

11. وفي دراسة (السيف، 1992) (بعنوان: تقييم برامج التوعية المرورية خلال الأسابيع المرورية، والتي هدفت إلى إجراء مسح ميداني على وسائل الإعلام المختلفة المسموعة والمقروءة والمرئية لمعرفة ما يقدم من خلالها من رسائل وبرامج للتوعية المرورية. وقد توصلت الدراسة إلى عدة نتائج من أهمها: أن نسبة كبيرة من المسؤولين عن العملية المرورية لا يعرفون ماهية الأهداف المحددة لبرامج التوعية المرورية التي تقوم بها إداراتهم، وأن ما نسبته 79% من العينة لم يسترعي انتباههم الرسائل الخاصة بالتوعية المرورية عبر وسائل الإعلام.

12. أجرى (قشقري، 1996) (دراسة بعنوان: خصائص الحوادث المرورية بالمملكة العربية السعودية واتجاهاتها بمنطقة الرياض، هدفت إلى تحليل خصائص الحوادث المرورية ونتائجها في المملكة العربية السعودية ومنطقة الرياض خلال الثلاث والعشرين سنة الماضية (1394-1416 هـ)، ثم التعرف على اتجاه هذه الحوادث في منطقة الرياض خلال العشر سنوات القادمة (1418-1427 هـ) وقد أظهرت الدراسة عدة نتائج كان من أهمها: إن الحوادث في المملكة العربية السعودية ومنطقة الرياض ترجع إلى ارتكاب مخالفتين رئيسيتين هما السرعة وعدم التقيد بإشارات المرور. إن كلا من المتعلمين والمتزوجين

وفئة صغار السن هم أكثر الفئات ارتكاباً للحوادث. وإن هناك علاقة طردية بين حوادث المرور والإصابات والوفيات والمخالفات وأعداد السيارات والسكان والجنسية.

13. وفي دراسة قام بها (العنزي، 1997) بعنوان: نحو حل شامل لقضايا السير في المملكة العربية السعودية، هدفت إلى استعراض ما تواجهه قضايا السير في المملكة العربية السعودية من معوقات ووضع الحلول بشأنها، حيث توصلت الدراسة إلى الحاجة إلى تغيير نظام المرور الحالي، وتبني مفهوم جديد للجزاءات في أنظمة المرور في المملكة العربية السعودية إضافة إلى التعويض أو جبر الأضرار الناجمة عن حوادث المرور

14. أجرى (الغامدي، 1997) دراسة بعنوان: الأسباب والآثار لحوادث المرور في المملكة العربية السعودية، هدفت إلى استعراض مشكلة حوادث المرور في المملكة العربية السعودية، وقد توصلت الدراسة إلى أن أسباب الحوادث المرورية تمثلت في 23 السرعة الزائدة، وقطع إشارة المرور، والتجاوز الخاطئ، والدوران الخاطئ، والتوقف الخاطئ والمسكرات، وأسباب أخرى. ومن آثار الحوادث المرورية الوفاة المرورية حيث أن (81%) من الوفيات في المستشفيات ناتجة عن حوادث المرور، والخسائر الاقتصادية التي تخلفها حوادث المرور وصلت إلى (21) مليار ريال بفاقد محلي بلغ (4,7%).

15. قام (الثنيان، 1997 ،) (بدراسة بعنوان: مدى إسهام التلفزيون السعودي في التعريف بأخطار الحوادث

المرورية للطلاب وسبل الوقاية منها، أجريت على عينة من الطلاب في المراحل المختلفة في التعليم العام

الحكومي ما قبل الجامعي بمدينة الرياض بلغ حجمها (450) طالباً. استخدم منهج الدراسات المسحية.

الاطار النظري

عادة ما تتم مراقبة حركة المرور باستخدام الطرق التقليدية بواسطة كاميرات المرور يتطلب هذا النهج كاميرات

ثابتة ثابتة وبنية تحتية قائمة ، والتي قد لا تكون غير فعالة من حيث التكلفة فحسب ، بل قد تكون أيضا غير

فعالة في الحالات التي تتطلب مراقبة مؤقتة. مع التطورات الحديثة في التكنولوجيا ، قد توفر المركبات الجوية

بدون طيار (UAVs) حلا لهذه المشكلة.

أصبحت الطائرات بدون طيار شائعة في السنوات الأخيرة تقدم هذه الأجهزة مجموعة واسعة من التطبيقات

التي تشمل التصوير الجوي والتصوير السينمائي والشحن والتسليم السريع ومراقبة المناطق المحيطة. في

الوقت الحاضر ، تميل تطبيقات الطائرات بدون طيار إلى الانتقال إلى المستوى التالي وجعلها ذكية ومستقلة

أيضا. يعد مجال رؤية الكمبيوتر ضروريا لاستخدام الطائرات بدون طيار في المدن للحصول على معلومات

مفيدة من العالم الحقيقي.

الغرض من هذا البحث هو التحقيق في الوضع المحتمل في مراقبة حركة المرور باستخدام الطائرات بدون طيار وتصميم نظام يوفر معلومات عن عدد المركبات وتمثيلها البصري وتقديرات اتجاهها على وجه التحديد ، يقترح البحث الموصوف في هذه الورقة وينفذ تجريبيا خدمة قائمة على الويب لمراقبة بيئة حركة المرور ، وتحديد تدفقها وحملها. بمجرد استخراج المعلومات من الفيديو، سنتمكن من تقدير عدد السيارات التي تستخدم الطريق في فترات زمنية محددة وكذلك اتجاهها. يمكن استخدام هذه البيانات كمدخل للسلوكية إدارة الطرق; حتى الآن ، تتم هذه العملية يدويا.

يقدم تطبيق الويب المقترح مجموعة متنوعة من الخدمات الشخصية التي تتضمن ملف تعريف المستخدم ، حيث يتم تخزين جميع البيانات ، والوصول المجاني والمستقل عن الجهاز ، والحد الأدنى من حمل الأجهزة لجهاز المستخدم الشيء نفسه ينطبق على الطائرات بدون طيار و أصبح من الشائع استخدام تطبيقات الويب المحمولة (على سبيل المثال ، التصور عبر الإنترنت للبيانات في بحث بواسطة حلول لمعالجة الصور من الطائرات بدون طيار في بحث أجراه عن توظيفهم لضمان السلامة في النقل وقد يقوم الحل التجريبي المستند إلى الويب تلقائيا بتقدير فئة معينة ، والتي قد تشمل البشر أو السيارات أو الأشياء الأخرى .

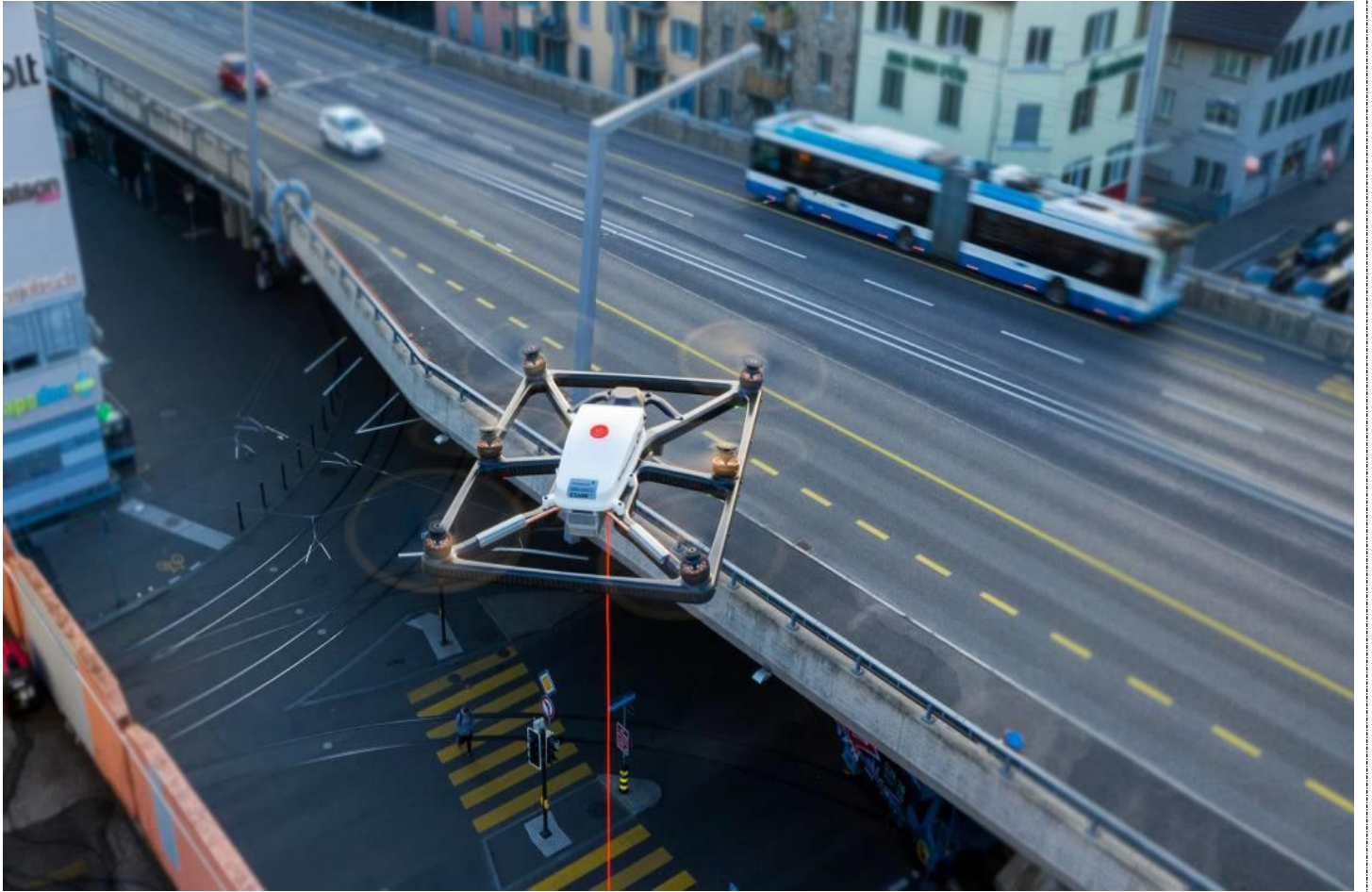
عنصر الإدخال الأساسي للنظام المقترح هو مقطع فيديو بتنسيق معين تم التقاطه بواسطة طائرة بدون طيار. قد يكون الإدخال إلى النظام أيضا من مصادر أخرى ، على سبيل المثال ، كاميرات المراقبة. الفكرة الرئيسية هي استخدام جهاز مراقبة محمول لمراقبة حركة المرور من وجهة نظر معينة والحصول على أكبر قدر ممكن من

البيانات من البيئة الحقيقية والغرض من هذا البحث هو اقتراح حل تجريبي لمراقبة حركة المرور من منظور الطائرات بدون طيار. في الأقسام أدناه ، يتم تحليل الخوارزميات لاكتشاف الاجسام ، وبناء على ذلك ، يتم إنشاء تصميم حل البرنامج التجريبي ، والذي يتم التحقق منه تجريبيا.

ويمكن تلخيص مساهمة هذا العمل على النحو التالي:

- تقييم قدرة الطائرات بدون طيار على مراقبة الحالة الزمنية لحركة المرور في مواقع متعددة وتحديد السيناريوهات المناسبة ؛
 - تصميم وتنفيذ حل البرمجيات التجريبية للكشف عن المركبات وتقدير عددها واتجاهها ؛
 - تحقق من خوارزميات تحليل الفيديو باتباع سيناريوهات العينة.
- قد تجلب الفكرة وراء مراقبة حركة المرور باستخدام الطائرات بدون طيار العديد من المزايا مقارنة بحل مراقبة حركة المرور الثابتة بدلا من ذلك ، لا يلزم التثبيت المعقد ، ويمكن تحقيق مراقبة حركة المرور من مواقع متعددة في فترات زمنية محددة ، أو يمكن مراقبة البيئات المتغيرة التي تحتوي على مركبات في أي وقت خلال اليوم وقد يؤدي استخدام الطائرات بدون طيار أيضا إلى صعوبات ، بدءا من الظروف الجوية المتغيرة. قد لا تنحرف الرياح القوية أو الأمطار عن تتبع المركبات فحسب ، بل تجعلها غير صالحة للاستعمال تماما. أخذ لقطة في الضباب هو المتغير التالي الذي قد ينحرف عن النتائج ، وإذا كان هناك ضباب قوي ، فلن يكون من الممكن اكتشافه تقريبا.

بالإضافة إلى ذلك ، اعتمادا على نوع الطائرة بدون طيار ، يجب أن تتمتع الكاميرا بقدرات الرؤية الليلية شيء آخر يجب مراعاته هو عمر البطارية: مع الكاميرا الثابتة ، مثل هذه الأشياء ليست مشكلة. من بين أمور أخرى ، يكون التحليل في الوقت الفعلي لإدخال الفيديو أكثر صعوبة مع الطائرات بدون طيار لأن هذه المعالجة تتطلب جهازا به طاقة أجهزة كافية. المقارنة بين عرض الطائرات بدون طيار وكاميرات المرور الثابتة وكاميرات لوحة القيادة المستخدمة في المركبات.



تاريخ الطائرات المسيّرة

تعتبر المركبات الجوية غير المأهولة، المعروفة بالطائرات المسيّرة، من السمات المميزة لصراعات القرن الحادي والعشرين وباتت رؤيتها في السماء أمراً شائعاً خلال العقد الماضي، سواء داخل مناطق النزاع أو خارجها.

وسواءً كانت مسلحة أم لا، فإن لهذه الطائرات المسيّرة بصمتها في النزاعات المعاصرة وتزوّد كلا من الجهات الفاعلة الحكومية وغير النظامية بأساليب جديدة لاستخدام القوة الغاشمة.

بالنسبة للأطراف المتحاربة، تمثّل الطائرات المسيّرة "أعينًا في السماء" ومصدر معلومات استخباراتية على مدار الساعة وطوال أيام الأسبوع حول مواقع العدو وتحركاته، كما أنه من السهل عليها التحليق فوق مناطق الصراع وجمع المعلومات في ساحة المعركة من خلال تنفيذ عمليات الاستخبارات والمراقبة والاستحواذ والاستطلاع بمساعدة مجموعة واسعة من أنظمة الاستشعار والكاميرات المثبتة على متنها. وتعزز هذه الوظائف دور الطائرات المسيّرة من خلال ربطها إما بأنظمة أسلحة أرضية أو جوية أخرى واستخدام بيانات جهاز الاستشعار للاستهداف، أو عن طريق الاشتباك المباشر مع الأهداف بالصواريخ أو القنابل التي تحملها. ومن شأن استخدامها في الحرب أن يمنح الجيوش مزايا متعددة مثل تحسين إدراك الوضعيات التي تواجههم وإزالة المخاطر بالنسبة للطيارين فضلًا عن كونها غير مكلفة نسبيًا.

في البداية، هيمنت الولايات المتحدة على إنتاج ونشر الطائرات المسيّرة المسلحة وغير المسلحة، ثم تلتها إسرائيل والصين. وبينما كانت الولايات المتحدة تستخدم الطائرات المسيّرة فوق أفغانستان لتعقب أعضاء تنظيم القاعدة بعد وقت قصير من هجمات 11 أيلول/ سبتمبر 2001 الإرهابية، سرعان ما شعرت بأنها في حاجة إلى إضافة صواريخ إلى طائراتها المسيّرة من طراز "بريداتور"، التي كانت غير مسلحة حتى ذلك الحين. وقد مثلت الطائرات المسيّرة سمة مميزة لبرنامج القتل المستهدف السري في الولايات المتحدة في عهد الرئيس أوباما.

كانت إسرائيل تستخدم بالفعل طائرات مسيرة مسلحة في برنامج القتل المستهدف قبل سنة 2011، لكنها لم تعترف بذلك علناً حتى صيف 2022. وخلال السنوات الخمس الماضية، لعبت دول أخرى مثل تركيا دوراً رائداً باستخدامها المكثف للطائرات المسيّرة في العمليات العسكرية في ليبيا وشمال سوريا وجنوب تركيا والعراق. كما أصبحت الطائرات المسيّرة الأسلحة المفضلة في عمليات مكافحة التمرد والتدخلات العسكرية، وذلك ما اتضح من الحرب في ليبيا التي غالباً ما يطلق عليها "أكبر ساحة حرب للطائرات المسيّرة في العالم"، حيث يمكن للمرء أن يلاحظ الانتشار والاكتمال الواسع لأنواع مختلفة من الطائرات المسيّرة العسكرية.

كان لدى 95 دولة برنامج نشط للطائرات المسيّرة العسكرية في سنة 2019 مقارنة بـ 60 دولة في سنة 2010 - وهي زيادة بنسبة 58 بالمئة

انضمت دول مثل تركيا وإيران والصين إلى قائمة الدول المنتجة والمصدرة للطائرات المسيّرة، وهي حريصة على لعب دور هام في هذه السوق. صدرت قوى الإنتاج الجديدة طائرات "بيرقدار تي بي 2" و"مهاجر-6" وأورلان-10" إلى مجموعة من الدول غير الغربية التي لم يسبق لها استخدام الطائرات المسيّرة مثل إثيوبيا ونيجيريا وليبيا وأذربيجان، وإلى الجماعات المسلحة غير النظامية مثل حزب الله وأنصار الله المعروفين بالحوثيين في اليمن.

وفقاً لمركز دراسات الطائرة المسيّرة، كان لدى 95 دولة برنامج نشط للطائرات المسيّرة العسكرية في سنة 2019 مقارنة بـ 60 دولة في سنة 2010 - وهي زيادة بنسبة 58 بالمئة. تمتلك هذه الدول مجتمعة ما يقارب 30 ألف طائرة مسيّرة، بوجود توسع وتنوع واضح في عدد وأنواع الطائرات المسيّرة المسلحة التي تمتلكها هذه الدول. لم تعد

الجيش المتقدمة تقنيًا تحتكر استخدام وتصدير الطائرات المسيّرة، بل انضمت إليهما عشرات الدول الأخرى التي وسّعت قدراتها في إنتاج المركبات غير المأهولة. وحسب دان غيتنجر، خبير الطائرات المسيّرة، فإن هذا التطور سيؤثر حتمًا على مستقبل النزاعات المسلح.

إلى جانب التغيير الذي شهده استخدام الجهات الحكومية للطائرات المسيّرة المسلحة، سُجّلت أيضًا زيادة في امتلاك ونشر الجماعات المسلحة غير النظامية للطائرات المسيّرة. استلمت هذه الجماعات تكنولوجيا الطائرات المسيّرة وتلقت التدريب من حلفائها: تلقى الحوثيون في اليمن - مثلًا - مكونات الطائرات المسيّرة من إيران. وقد تمكنت الجماعات المسلحة غير النظامية من الحصول على طائرات مسيّرة تجارية وتعديلها لتحويلها إلى أسلحة جاهزة للمعركة.

قامت جماعات مسلحة مثل تنظيم الدولة وحزب الله بإضفاء الطابع المهني والصناعي على عملية تصنيع طائرات مسيّرة مدنية قادرة على شن الهجمات، مما أحدث ثورة في قدرات الطائرات المسيّرة التابعة للجماعات المسلحة غير النظامية. نقلت هذه الجماعات معرفتها حول تصنيع واستخدام الطائرات المسيّرة إلى غيرها من الجماعات المسلحة غير النظامية، مما يوسع نطاق المجالات التي تنتشر فيها الطائرات المسيّرة العسكرية.

توضح هذه الطائرات المسيّرة التجارية المتاحة في السوق مدى صعوبة التمييز بين الطائرات المسيّرة العسكرية والمدنية: إذ يمكن شراء طائرة مسيّرة عبر الإنترنت مقابل بضعة مئات أو حتى عشرات اليوروهات ثم يمكن تحويلها بسهولة إلى سلاح بمجرد تثبيت الذخيرة عليها. استخدام التكنولوجيا الاستهلاكية من قبل الجماعات المسلحة

غير النظامية يترافق مع الطفرة في شركات تصنيع الطائرات المسيّرة التجارية، مما يجعل التكنولوجيا غير المكلفة متاحة لمجموعة متنوعة من الجهات الحكومية وغير الحكومية. وتطوير طائرات مسيّرة تجارية مسلحة متوفرة في السوق من قبل الجماعات المسلحة غير النظامية إلى جانب توسّع قائمة الدول التي تنتج وتصدر وتستخدم هذه التقنية يثير أسئلة قانونية وأخلاقية وسياسية مهمة حول لوائح مراقبة الصادرات وحماية المدنيين وتخفيض عتبة الاستخدام المحتمل للقوة.

لسوء الحظ، لم تواكب القواعد واللوائح الدولية النمو الدولي الهائل الذي شهده إنتاج وتصدير ونشر المسيرات. وعلى الرغم من أنه يُعتقد أن 63 من بين 95 دولة لديها برنامج نشط للطائرات المسيّرة العسكرية تمتلك في الأساس طائرات مسيرة أجنبية الصنع، إلا أنه لا توجد آلية متعددة الأطراف لتنظيم شامل للتصدير والاستخدام اللاحق للمركبات الجوية غير المأهولة والتكنولوجيا الخاصة بها.

تتوفر بعض الإرشادات في العديد من الأنظمة الحالية للحد من الأسلحة، مثل نظام التحكم في تكنولوجيا القذائف واتفاقية واسينار والموقف الموحد للاتحاد الأوروبي بشأن صادرات الأسلحة والمعاهدة الدولية لتجارة الأسلحة. مع ذلك، فشلت جميع هذه الاتفاقيات في تنظيم صادرات المركبات الجوية غير المأهولة بشكل فعال، إما بسبب المشاركة المحدودة لمنتجي الطائرات المسيّرة أو مستخدميها، أو التركيز الضيق على أنواع معينة من الطائرات المسيّرة، أو غياب قواعد صارمة وملزمة قانونًا.

تبلورت المحاولة الأولى لتوجيه نشر وتصدير الطائرات المسيّرة من خلال السياسة الأمريكية لسنة 2015، التي أدت إلى إعلان مشترك بشأن تصدير واستخدام الطائرات المسيّرة المسلحة وقّعه 54 دولة صدر سنة 2016. مع ذلك، تعرّض الإعلان للانتقاد من قبل الدول والخبراء ومنظمات المجتمع المدني باعتباره غير شامل نظرا لأن الولايات المتحدة اضطلعت بصياغته مع مساهمة قليلة أو معدومة من الدول أو الخبراء الآخرين. كما يُعتقد أن هذا الإعلان محدود النطاق، وذو صياغة غامضة، وليس له معنى في العالم الحقيقي بسبب الطبيعة الطوعية للإعلان. وبناءً على هذا الإعلان المشترك، تعمل الولايات المتحدة على تطوير "المعايير الدولية للتصدير والاستخدام اللاحق للمركبات الجوية المسلحة غير المأهولة" بالتعاون مع مجموعة صغيرة من الدول، ولكن لم تصدر وثيقة كاملة بعد.

مفهوم عملية الطائرات المسيّرة لمراقبة حركة المرور

النظام عبارة عن نموذج أولي متعدد الوظائف لنظام إدارة حوادث المرور المحمولة جوا (Air-TIMS) للتحقيق والإدارة والتنسيق أثناء حوادث المرور. نقوم على وجه التحديد بتصميم نظام لإدارة الحوادث لتطوير حالة مبررة اقتصاديا لاستخدام الطائرات بدون طيار في إدارة حركة المرور.

حوادث المرور هي أحداث مثل حوادث المرور وانسكابات الطرق وأعطال المركبات التي تحدث في مواقع وأوقات عشوائية وهذه الطبيعة العشوائية في المكان والزمان تجعل نظم مراقبة حركة المرور الثابتة القائمة غير كافية في بعض الأحيان لتغطية الحوادث المرورية ومراقبتها. علاوة على ذلك، فإن الحاجة القوية لتوزيع المعلومات

خاصة فيما يتعلق بتحويل حركة المرور ومنع الحوادث الثانوية تجعل نظام إدارة متعدد الوظائف مؤقتا.

مثل Air-TIMS بديل مناسب. لتبرير فعالية التكلفة ، يمكن بسهولة تحديد وتقييم مؤشرات التقييم مثل وقت

إزالة الحوادث ووقت استعادة حركة المرور.

خوارزميات الكشف عن الاجسام

تنقسم أجهزة الكشف عن الاجسام بشكل عام إلى مرحلة واحدة و تقوم أجهزة الكشف ذات المرحلتين بإنشاء

مقترحات المنطقة التي يمكن تصنيفها في فئة معينة الميزة الأكثر أهمية هي دقة الكشف ، والتي تصل إلى نتائج

أعلى و في المقابل ، تحل أجهزة الكشف أحادية المرحلة هذه المهمة كمشكلة انحدار ، ويتم إجراء جميع

الحسابات في شبكة واحدة فقط ضعف هذا النهج هو دقة منخفضة من ناحية أخرى ، فإن الأداء هو الميزة

الأكثر أهمية.

يحتوي النظام بأكمله على ثلاثة مكونات رئيسية.

نماذج 3 LiDAR للبنية التحتية للطرق السريعة:

تقوم هذه الوحدة بإعداد نموذج 3 LiDAR للبنية التحتية للطرق السريعة لتقليل الحمل الحسابي وتعقيد

المسح الضوئي في الوقت الفعلي والكشف عن algorithms.

وحدة إعادة بناء موقع الحوادث بمساعدة: LiDAR

تحاول هذه الوحدة إنشاء نموذج 3 D لموقع الحادث من خلال المسح الجوي لمساعدة محققي موقع الحادث

والفاحصين الطبيين.

تتبع الازدحام بمساعدة LiDAR والكشف عنه: module

تتطابق هذه الوحدة مع الفيديو الجوي مع نموذج LiDAR لتحديد المركبات والازدحام المروري.

يتكون نظام Air-TIMS من أربعة مكونات رئيسية للأجهزة: وحدة الطائرات ، والتحكم في الكاميرا والانحراف ،

وجهاز الإرسال والاستقبال عالي الدقة ، ومحطة التحكم الأرضية .

• وحدة الطائرات: في هذه الدراسة ، حصلنا على طائرة بدون طيار كوادكوبتر متوسطة الحجم ، تسمى

QU4DX تنتجها شركة STEDIDRONE كما هو موضح في الشكل 2. تم تصميم الطائرة بدون طيار بمراوح

طويلة تمكنها من الحصول على أذرع payl أعلى ، بالإضافة إلى جعل الطائرة بدون طيار أكثر استقرارا لتسجيل

الفديو والتقاط الصور. تبلغ حمولات الطائرات بدون طيار 20 رطلا ، وتتكون من محور الكاميرا والكاميرا وجهاز إرسال HD ومصدر طاقة الطائرات بدون طيار بما في ذلك أربع بطاريات 10000 مللي أمبير . البطاريات هي اثنين في اثنين في 1 paralle توفير سعة 20000 mAh لمدة 20 إلى 30 وقت الرحلة في حالة الحمولة الكاملة. يتم التحكم في الطائرات بدون طيار بواسطة وحدة تحكم 2.4 جيجا هرتز مع نطاق اتصال 2 كم. تم تجهيز الطائرة بدون طيار بنظام تحديد المواقع العالمي (GPS) مما يمكنها من التواصل مع القمر الصناعي GPS المتاح لرحلة دقيقة. تتمتع منصة الطائرات بدون طيار هذه بالقدرة على تنفيذ خطة طيران أوتوماتيكية كاملة باستخدام برنامج GPS و Mission Planner المدمج

يمكن تطوير خطة الطيران في البرنامج باستخدام إحداثيات GPS للمواقع المرغوبة للتصوير الفوتوغرافي بما في ذلك خطوط الطول والعرض والارتفاع ويمكن أن تكون تم تحميلها على الطائرات بدون طيار لرحلة تلقائية بما في ذلك الهبوط. يمكن تبديل وضع الطيران بدون طيار بين الوضع التلقائي واليدوي أثناء الرحلة بنقرة زر على مفتاح. سيساعد المفتاح الطيار على وضع الطائرة بدون طيار في الوضع اليدوي عندما لا تعمل الطائرة بدون طيار بشكل صحيح. تتواصل الطائرة بدون طيار مع المحطة الأرضية عبر جهاز إرسال واستقبال 915 ميغاهرتز لإرسال حالة الرحلة في الوقت الفعلي إلى برنامج Mission Planner. تم تجهيز الطائرة بدون طيار بجهاز إرسال واستقبال يمكن الطائرة بدون طيار من إرسال معلومات حالة الرحلة إلى المحطة الأرضية لمراقبة واستلام خطة الرحلة لأداء الرحلة التلقائية.

- التحكم في الكاميرا و Gimbal: تم بناء انحراف الكاميرا بطريقة لتثبيت الكاميرا في كل من محور اللفة والميل باستخدام المثبتات الإلكترونية لتحسين تسجيل الفيديو والصور كما هو موضح في الشكل 4 (أ). يمكن التحكم في انحراف الكاميرا يدويا عبر الاتصال اللاسلكي لتغيير زاوية الملعب والتدحرج (زاوية الكاميرا) أو تلقائيا باستخدام الطائرة بدون طيار باستخدام ضوء f خطة. تمت إزالة وحدة أبعاد الانعراج لتوفير الحمولة وزيادة استقرار النظام الأساسي. الكاميرا المستخدمة في هذه الدراسة هي SONY HXR-NX30U التي لديها القدرة على تسجيل الفيديو عالي الدقة ، والتقاط الصور ، واتصالات التحكم اللاسلكي ، ونظام تحديد المواقع العالمي (GPS) المدمج ، ومثبت العدسة. يتضمن التحكم في الاتصال السلكي التكبير والتسجيل والتقاط الصور. يمكن التحكم في كل من الكاميرا و gimbal d باستخدام وحدة تحكم 2.4 جيجا هرتز.
- HD الإرسال والاستقبال HD : الإرسال والاستقبال تم استخدامه في هذه الدراسة هو Paralinx (9) Tomahawk لديها القدرة على نقل الفيديو عالي الدقة عبر وصلة اتصال 5.8 جيجا هرتز تصل إلى 800 متر.
- المحطة الأرضية: تشمل وحدات المحطة الأرضية الموضحة في الشكل 4 (ب) ما يلي: (1) كمبيوتر محمول ، (2) جهاز إرسال واستقبال USB ، 3 (جهاز استقبال عالي الدقة وشاشة خارجية ، 4) بطاقة التقاط صور الفيديو ، و 5) وحدات تحكم في الطائرات بدون طيار والكاميرا. تم تثبيت مخطط المهمة على الكمبيوتر المحمول ، مراقبة حالة الرحلة وتطوير تخطيط الرحلة وتحميل خطة الرحلة على الطائرة بدون طيار باستخدام جهاز الإرسال والاستقبال على الطائرة بدون طيار و لابتوب.

- الماسح الضوئي LiDAR المحمول: سيقوم الماسح الضوئي Lidar المحمول بمسح الممر وإعادة إنشاء سحابة نقطة D 3 للبنية التحتية الحالية الموضحة في الشكل أدناه.

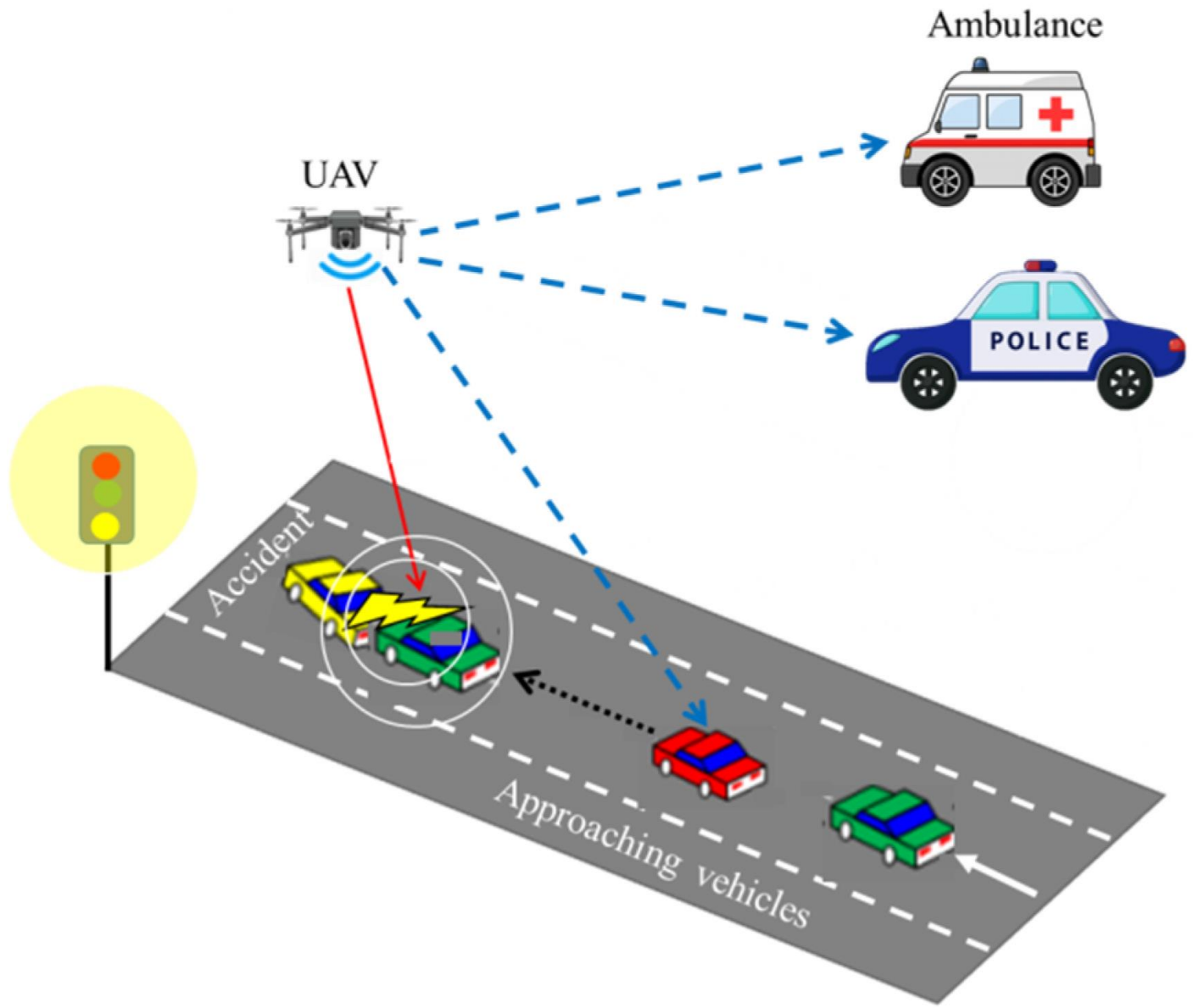
برمجيات

تشمل مكونات برنامج Air-TIMS لوظائف إعادة بناء موقع الحوادث (1) تخطيط المهمة ، (2) وضع العلامات الجغرافية والمراجع ، (3) برنامج إعادة الإعمار ثلاثي الأبعاد التصويري ، و (4) مسح .

برنامج تخطيط المهام: يستخدم برنامج Mission Planner مفتوح المصدر (الإصدار 1.3.30) لمراقبة حالة الطائرات بدون طيار ، ومعايرة البوصلة ، وتخطيط نقطة الطريق لمهام الطيران المستقلة ، وتخطيط مواضع وزوايا مواضع وزوايا تصوير الصور أو الفيديو.

معالجة الصور والبرنامج النصي لوضع العلامات الجغرافية: تم تطوير برنامج Matlab-Java الهجين لمعالجة لقطات الصور والفيديو من رحلة الطائرات بدون طيار ولمطابقة الصور أو اللقطات مع سجلات رحلات الطائرات بدون طيار التي تحتوي على معلومات مفصلة عن الموقع الجغرافي D. 3 في دراسة الحالة ، نظراً لأن الصور فقط هي التي يتم التقاطها ونقاط الطريق المخطط لها مسبقاً ، يمكن أن يكون وضع العلامات الجغرافية

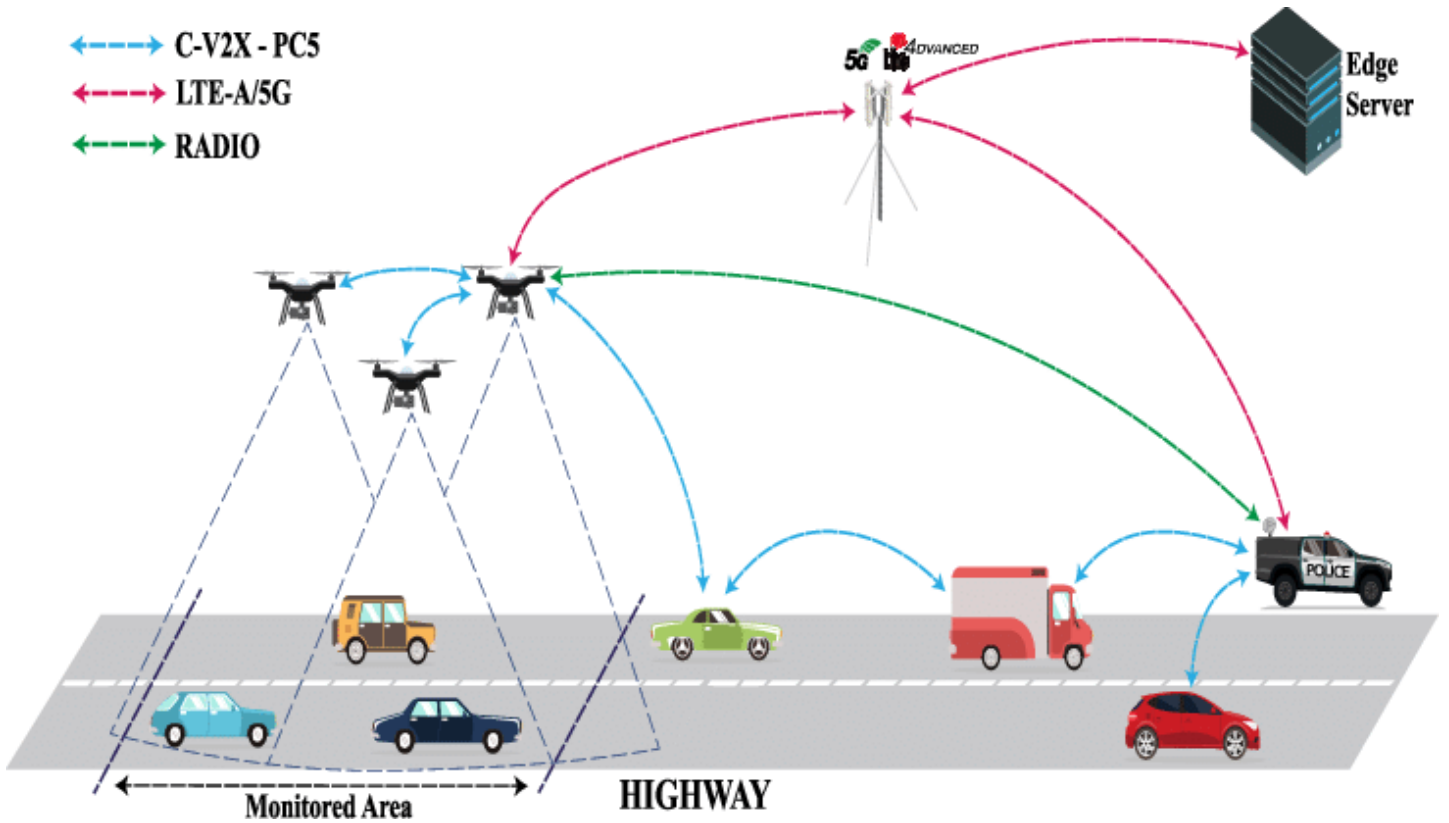
تلقائياً داخل برنامج إعادة الإعمار D.3



برنامج إعادة الإعمار التصويري ثلاثي الأبعاد: يستخدم Agisoft Photoscan لإجراء إعادة البناء التصويري

ثلاثي الأبعاد من صور موقع الحادث. يتضمن الإدخال الرئيسي لـ Agisoft الصور أو لقطات الفيديو مع

تداخلات كبيرة بين الصور المتتالية (على سبيل المثال 70٪ أو أكثر) ، التنسيق الجغرافي للصور ، التحكم الأرضي النقاط وموقع البكسل الخاص بها في كل صورة. هناك حاجة إما إلى العلامات الجغرافية أو نقطة التحكم الأرضية لضمان مقياس نموذج 3D إلى الأبعاد الفعلية. هناك حاجة إلى نقاط التحكم الأرضية لمعايرة المواقع الجغرافية للحدث بدقة فيما يتعلق بإحداثيات الأرض.



الحصة التموينية لـ Air-TIMS

قبل التحقيق في موقع الحادث ، يجب إعادة بناء الممرات في سحب نقطة D 3 باستخدام مسح Mobile Lidar. مطلوب نموذج D 3 لتسريع عملية التحقيق في موقع الحادث في الوقت الحقيقي والكشف عن الازدحام وتتبعه.

في هذه الحالة ، ستتوفر قاعدة بيانات لنموذج ممرات D 3 لمزيد من التحقيق في مواقع الحوادث.

في الخطوة التالية ، عند وقوع حادث ، ستتلقى دورية الطرق السريعة تقرير الحادث. ستصل دورية الطرق

السريعة إلى موقع الحادث وسيقومون بإعداد الطائرة بدون طيار ليتم نشرها. ستتحكم دورية الطرق السريعة

في الطائرة بدون طيار للتحليق فوق موقع الحادث ، وفي هذه الحالة سيتم استخدام الطائرة بدون طيار

ككاميرا حية لبث فيديو موقع الحادث إلى TMCs لمزيد من القرارات والتعليمات. وفي الوقت نفسه ، ستلتقط

الطائرة بدون طيار صورا ومقاطع فيديو من زوايا مختلفة لإعادة بناء نموذج D 3 الافتراضي لموقع الحادث لمزيد

من التحقيق. تمكن إعادة البناء في موقع الحادث دوريات الطرق السريعة من تطهير موقع الحادث بشكل

أسرع. في هذا القسم التالي ، تم توفير تصميم مفصل للنظام ووظائف نظام Air-TIMS نظام إدارة حوادث

الحركة الجوية

سيتم تنفيذ ISI (التحقيق في موقع الحوادث) كمهمة رئيسية لنظام Air-TIMS بعد نشر Air-TIMS في مواقع

الحوادث. عند الوصول إلى موقع الحادث ، تستخدم الطائرة بدون طيار كاميرات الفيديو عالية الدقة على

متنها لالتقاط العديد من مقاطع الفيديو أو الصور العامة لمواقع الحادث لتحديد النطاق والمركبات المعنية

والتأثير المواقع وموقع علامات الإطارات ومعلومات الموقع الأخرى يمكن إدخال مسار الرحلة من خلال واجهة

MissionPlanner لتحديد تسلسل نقطة الطريق الأمثل وزوايا كامير لالتقاط صور للحوادث / مواقع الحوادث

لإعادة بناء الحوادث 3. D. قد يتم التقاط صور أو مقاطع فيديو إضافية يدويا بواسطة المشغلين في الموقع إذا

لزم الأمر. من المتوقع أن يكتمل ISI في غضون 2-5 دقائق.

ممر 3 LiDAR D نموذج

الخطوة الأولى في النظام المقترح هي إنشاء أرشيف لنماذج 3 LiDAR D للممرات. سيتم نشر شاحنة LiDAR

متنقلة للقيادة على طول الطرق السريعة وإنشاء نموذج 3. D LiDAR في حالة وقوع حادث ، يمكن إجراء

تتبع الازدحام وتتبع الازدحام في موقع الحادث بشكل أسرع عند توفر نماذج 3. D LiDAR وإلا يجب إجراء

فحص LiDAR في وقت وقوع الحادث مما يساهم في زيادة تطهير موقع حادث التحقيق في الموقع .

تخطيط المهام ، والطيران Pilot ، والتقاط الصور

سيتم إنشاء خطة الطيران بناء على احتياجات إعادة بناء موقع الحادث. لذلك ، تم تعريفه سيتم إنشاء عدد

النقاط في خطة طيران على شكل دائرة بقطر وارتفاع محددتين للأفضل سيتم تعيين تغطية موقع الحادث

وإعادة بناء 3 D على الأقل أربع نقاط أخرى فوق الحادث لخطة الطيران على ارتفاع أعلى من النقاط الأساسية.

التجميع والمعايرة

تم تجميع الطائرات بدون طيار عن طريق فتح الطائرة بدون طيار ، وربط البطاريات بالأذرع والمراوح وتركيب الكاميرا. للحصول على رحلة دقيقة ، تمت معايرة حرم الطائرة بدون طيار عن طريق توصيل الطائرة بدون طيار ببرنامج Mission Planner باستخدام جهاز الإرسال والاستقبال اللاسلكي على كل من الجهاز والطائرة بدون طيار .

نموذج 3 D والمراجع الجغرافية القائمة على الصور

لوضع العلامات الجغرافية على الصور ، يلزم وجود إحداثيات GPS للصور. بالنظر إلى أن الطائرة بدون طيار كانت تتحكم في الكاميرا لالتقاط الصور ، يتم تسجيل موقع GPS للطائرة بدون طيار في وقت التقاط الصور في سجل الرحلة الملفات. استنادا إلى إحداثيات GPS لنقاط خطة الرحلة وموقع الحادث ، توقفت الطائرة بدون طيار ، واستدارت نحو موقع الحادث والتقطت صورة في كل نقطة محددة. تم إرسال الصور إلى مستقبل المحطة الأرضية الموضح في الشكل 6. تم حفظ الصور على الكمبيوتر المحمول باستخدام بطاقة التقاط صور الفيديو لمزيد من المعالجة. بمجرد مرور الطائرة بدون طيار والتقاط الصور ونقلها في كل نقطة ، هبطت تلقائيا. أنشأ مخطط المهمة جميع الخطوات التي تم تحميلها بعد ذلك على الطائرة بدون طيار.

يمكن إنشاء خرائط عمق مستقلة من الصور المأخوذة من مناظر متعددة لموقع الحادث . يتم دمج خرائط الأعماق هذه معا من خلال مقارنة المعالم المشتركة في المناطق المتداخلة لصور متعددة. عادة ما يتم تمثيل هذه

الميزات الشائعة كنقاط دوامة وسيتم استخدامها لإنشاء سحابة نقطية كثيفة وشبكات ثلاثية الأبعاد مثلثة لإنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد لموقع الحادث .

وفي الوقت نفسه ، تقوم Agisoft أيضا بإدخال الإحداثيات الجغرافية لكل صورة مسجلة بواسطة سجل رحلات الطائرات بدون طيار أو نظام تحديد المواقع العالمي (GPS) الخاص بالكاميرا. يمكن أن يساعد ذلك في التسجيل الجغرافي وتوسيع نطاق النموذج المعاد بناؤه المستند إلى الصور. سيسهل نموذج D 3 المعاد قياسه قياس علامة الإطارات ، وتلف السيارة ، وأضرار البنية التحتية ، وما إلى ذلك. للعثور على إحداثيات GPS ، يتم تنزيل سجلات الرحلات من الطائرة بدون طيار باستخدام برنامج Mission Planner. يدعم Agisoft أيضا إعداد نظام إحداثيات مع إحداثيات نقطة التحكم الأرضية (علامة).

وحدة تتبع واكتشاف الازدحام بمساعدة LiDAR

النظام المقترح هو نظام تحليل فيديو بمساعدة LiDAR يمكنه استخراج مسارات المركبات من فيديو حركة المرور العادية. يعتمد استخراج مسار السيارة على الدراسة السابقة للفريق حول طريقة معالجة الخرائط المكانية والزمانية لفيديو المرور

يتم إنشاء الخريطة المكانية الزمانية عن طريق تكديس وحدات البكسل على طول "خط مسح" على طول الخط المركزي لإطار حارة بإطار إلى خريطة صورة بسيطة نظرا للاستمرارية المحلية بين خطوط البكسل المجاورة

على خريطة S-T ، يمكن استخراج مسارات المركبات باستخدام اكتشاف بسيط للحواف دون الحاجة إلى كثافة معايرة الخلفية.

يمكن بعد ذلك تحويل مسارات البكسل المستخرجة إلى مسارات مركبة فعلية عن طريق تحويل رقم الإطار إلى وقت في الاتجاه الأفقي وإجراء تحويل إحداثي على الوضع الرأسي اتجاه. يمكن إجراء معايرة معلمات تحويل الإحداثيات بطريقتين. تتمثل إحدى الطرق في مقارنة النقاط على خط المسح ، على سبيل المثال بداية ونهاية علامات الحارات القريبة لإنشاء نظام إحداثيات كامل مشابه للطريقة المستخدمة في Autoscope Syntec. الطريقة الأخرى ، الطريقة المقترحة في هذه الدراسة ، هي مطابقة نقطة الميزات مباشرة من نموذج LiDAR إلى وحدات البكسل المقابلة في صورة الفيديو. يمكن إجراء هذا الأخير تلقائياً والأهم من ذلك أنه يمكن استخدامه لصور الفيديو الجغرافية المكانية في الوقت الفعلي. يوضح الشكل 8 مخططات النظام لكيفية مطابقة نقاط الميزات المستخرجة من نموذج LiDAR مع نقطة ميزة البكسل. بمجرد مطابقة نقاط المعالم، يمكن استيفاء نظام الإحداثيات في الصور الأصلية بناءً على نقاط المعالم المتطابقة.

المسح الضوئي المحمول LiDAR

يتم جمع بيانات الإدخال لوحدة نمذجة LiDAR بواسطة نظام مسح LiDAR متنقل موجود . يقوم فحص LiDAR بإنشاء بيانات 3 point cloud D للموقع التجريبي. بالإضافة إلى ذلك ، يلتقط النظام أيضاً صوراً بزاوية

360 درجة للموقع المسوح ضوئيا والذي سيتم استخدامه لإثراء بيانات سحابة النقاط بالتلوين لاستخراج الميزات بشكل أكثر كفاءة.

البنية التحتية 3D وضع لينغ واستخراج ميزة

تقوم هذه الخطوة بمعالجة سحابة نقطة 3D وتحديد اجسام البنية التحتية تلقائيا من النموذج. باستخدام الاجسام المحددة ، تقوم خوارزمية بعد ذلك باستخراج ميزات مثل نقاط الحافة الحرجة ، والمعالم ، وانحناء الطريق ، وخطوط العلامات ، والعمود ، ومواقع كاميرات الدوائر التلفزيونية المغلقة. تتم مطابقة النقاط المحددة مع بيكسلات المعالم من صور الفيديو. يوضح الشكل 9 عينة من نتائج تجزئة كائن البنية التحتية من قبل فريق البحث.

تجزئة كائن البنية التحتية

في الخطوة الأولى في تحليل الفيديو ، يتم استخراج إطارات الفيديو (الصورة). سيتم تطوير خوارزمية تلقائية لتحديد واستخراج وحدات بكسل الميزة لمقارنتها بنقاط ميزة LiDAR. سيتم استخراج ميزات صور الفيديو هذه باستخدام اكتشاف الحافة والزاوية واكتشاف الخط وتجزئة الكائن. سيتم استخراج عدد كاف من الميزات في حالة تعذر مطابقة بعض نقاط الميزات بشكل فعال مع طرازات LiDAR 3D.



معالج الرسم التخطيطي

تركز هذه الخطوة على تطوير مسارات المركبات بالبكسل بواسطة خوارزمية خريطة ST المنفذة. توضح خريطة ST التقدم الزمني لمجموعة معينة من وحدات البكسل. توجد هذه المجموعة من وحدات البكسل على خط مسح معرف من قبل المستخدم. لإنشاء خريطة ST (المكانية والزمانية) أولاً ، يتم تحديد إحداثيات البكسل على خط المسح المستهدف ، على سبيل المثال خط الوسط للحارة ، ويمكن إنشاء خريطة ST عن طريق تكديس كثافة البكسل على طول ر هو مسح في كل إطار على محور الوقت كما هو موضح في الشكل 10. كل كائن متحرك يمر عبر خط المسح سيتترك مجموعة من الآثار التي تم التقاطها بواسطة خط المسح. هذه المجموعة من الآثار على طول المحور الزمني ستخلق الخيوط المتحركة. تشير هذه الخيوط إلى أن كل شريط يتوافق مع كائن منفصل ، على سبيل المثال مركبة متحركة ، مما يخلق "مسارات بكسل السيارة الزائفة". نتيجة هذه الخطوة هي مخطط ST للمركبة التي تمر عبر التقاطع. نجح فريق البحث في تنفيذ هذا المعالج كجزء من

البحث المنشور في الاجتماع السنوي (10) TRB في هذه المهمة ، ينصب التركيز الرئيسي على تطوير واجهات للسماح بالتوليد التلقائي لخطوط المسح الضوئي بناء على ميزات الخط المكتشفة في المهمة السابقة .

مسار بكسل السيارة

تركز هذه الخطوة بشكل أساسي على إعادة بناء مسار بكسل السيارة بالكامل من مخططات ، قد تحتوي نتائج الكشف المباشر عن الحواف لخريطة ST على خيوط متعددة من نفس السيارة ويمكن أن يكون للآثار انقطاع وأصوات. في هذه الخطوة ، سيستخدم مولد مسار البكسل خوارزمية ذكية للبحث من خلال مسارات بكسل السيارة الزائفة لاكتشاف وتوصيل وحدات البكسل المطلوبة من تتبع الجزء الأمامي أو الخلفي من السيارة لإنشاء مسارات بكسل دقيقة للمركبات. يوضح الشكل 10 النتائج الأولية لمسارين محددين.

مطابقة الميزات

تنفذ هذه المهمة خوارزميات مطابقة الميزات لربط الميزات من نموذج LiDAR بصور الفيديو في الوقت الفعلي . سيتم استخدام النقطة المتطابقة في كل من إطارات الفيديو ونموذج 3 LiDAR لإنشاء تنسيق البكسل. ستعتمد مطابقة الميزات على (1) المحاذاة التقريبية للفيديو ونقاط ميزة LiDAR بناء على مواقعها النسبية ، و (2) المطابقة الدقيقة من خلال ميزات التلوين .

Pixe l أنظمة التنسيق

بمجرد اكتشاف النقاط المتطابقة ، سيتم تعيين تنسيق العالم الحقيقي لجميع وحدات البكسل في إطارات الفيديو عن طريق استيفاء إحداثيات الميزات المتطابقة من المهمة في كل منطقة محلية ، يتم إجراء الاستيفاء عن طريق تحويل المصفوفة لأقرب أربع نقاط معلم متطابقة. في هذه الحالة ، سيتم إنشاء نظام تنسيق بكسل ليتم تطبيقه لمعايرة مسار البكسل عن طريق تعيين إحداثيات العالم الحقيقي لوحدة بكسل الإطار بأكملها بما في ذلك خط المسح العنصريات. ستكون نتيجة هذه المهمة إطارات بإحداثيات العالم الحقيقي والتي سيتم استخدامها لمعايرة مسار بكسل السيارة من المهمة

مسار السيارة

في هذه الخطوة باستخدام نظام تنسيق البكسل المعمول به ، سيتم تقييم مسار البكسل للتعويض التأثير المحتمل وإعادة بناء مسارات السيارة الفعلية بقياس دقيق للمسافة. سيتم تخزين مسارات المركبات التي تم إنشاؤها وفهرستها في قاعدة بيانات المسار لمزيد من المعالجة.

4 إكسبريمينتال التصميم والنتائج

موقع الحادث المدبر

تم إنشاء موقع حادث منظم لاختبار المنهجية المقترحة الموضحة في الشكل 11. تم تقييم دقة النموذج من خلال إجراء قياسات على كل من نموذج D 3 وموقع الحادث المدبر. سيتم إنشاء نموذج D 3 باستخدام برنامج

Agisoft يقوم بإنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد للصور المتعددة عن طريق إنشاء سحابة ثلاثية الأبعاد من وحدات البكسل من الصور الأصلية. المزيد من الصور من زوايا مختلفة سوف تنتج نماذج 3D أكثر دقة.



انواع الطائرات المسيره لحركة المرور:

1.1. الكشف بدق عاليه YOLO

ينتمي YOLO إلى خوارزميات التعلم العميق الأكثر استخداما نظرا لتوافقها بين السرعة والدقة تتمثل إحدى الميزات الرئيسية في القدرة على التشغيل على وحدة المعالجة المركزية ومجموعة متنوعة من تطبيقاتها التي تصل إلى نتائج ملحوظة على الأجهزة غير المزودة بوحدة معالجة الرسومات.

تدرك النسخة الأولية اكتشاف الكائن كمسكلة انحدار تستخدم CNN واحدة فقط تتكون من 24 طبقة للتنبؤ بالمربعات المحيطة.

1.2. كاشف متعدد اللقطات بمره واحدة SSD

وهذه كاشفا آخر أحادي المرحلة ، والذي يحاول حل عدم التناسب بين السرعة والدقة على عكس YOLO و Faster R-CNN. يعد تطوير النماذج المستندة إلى SSD والتي تأخذ في الاعتبار الأجهزة مناسبة لتشغيل وحدة المعالجة المركزية و يستخدم نموذجا قائما على SSD جنبا إلى جنب مع Mobilenetv2 و Feature Pyramid Network أظهرت النتائج التجريبية أن النموذج المقترح يحقق 75.6٪ mAP و 21 إطارا في الثانية تم تدريبه واختباره على مجموعة بيانات PASCAL VOC. تتحسن دقة الكشف بنسبة 3.2٪ مقارنة ب. Mobilenet-SSD. أكد التحقق وأن النموذج المقدم يكتشف فئات مختلفة من الاجسام على مسافات وظروف مختلفة تحتوي على كمية منخفضة من الضوء.

يقترح المؤلفون SSD المنصهر بالميزات تكييفها للكشف عن الأشياء الصغيرة ويعتمد النموذج على SSD الذي يستخدم VGG16 كشبكة أساسية. تكتشف الشبكة الكيانات الصغيرة في الطبقات الضحلة والطبقات الأكبر في الطبقات العميقة و تم إجراء التحقق التجريبي باستخدام مجموعة بيانات PASCAL VOC2007 خلال مرحلة التدريب.

شهد كلا الطرازين انخفاضا طفيفا في الأداء ، وهو ما يمثل انخفاضا من حوالي 7 إلى 10 إطارا في الثانية ، على عكس SSD300 ، الذي وصل إلى 50 إطارا في الثانية. من ناحية أخرى ، يتميز نموذج التسلسل ونموذج مجموع العناصر بدقة أعلى .

تم إجراء الكشف باستخدام وهي من الطائرات بدون طيار بواسطة SSD مع بنية Inception v2 ، وقارنوها ب Faster R-CNN ، مما أدى إلى أداء كشف مماثل.

ريتينا نت RetinaNet

وهو كاشفا آخر من مرحلة واحدة يسمى RetinaNet. يحل هذا النموذج مشكلة عدم التوازن المتصلة مباشرة بأجهزة الكشف ذات المرحلة الواحدة مثل YOLO أو SSD. تستند المشكلة إلى إنشاء عدد كبير جدا من المواقع ، حيث يمكن أن يكون الكائن موجودا. وتم تحليل أداء نموذج RetinaNet ، والذي تم تفكيكه إلى عدة أجزاء ، مميزة بعدد مناسب من FLOPs. أشارت النتائج التجريبية إلى أن التقنية المقترحة ، المسماة LW-RetinaNet-v1 ،

، تتميز بارتفاع mAP بنسبة 0.1٪ إلى جانب انخفاض GFLOPs بمقدار 1.15 مرة بالنسبة للأصل قيمة 156 GFLOPs التي تم الحصول عليها من RetinaNet-800.

و لتحسين دقة اكتشاف الأجسام الصغيرة من RetinaNet يعتمد البحث على تحسين المرساة التي تستخدم خوارزمية بحث Crow للعثور على النسب والمقاييس أثناء مرحلة التدريب. أظهر التحقق التجريبي على مجموعة بيانات VisDrone تقدم 4 mAP على عكس RetinaNet القياسي الذي يتميز بالمراسي الثابتة.

1.4. سي إن إن القائمة على المنطقة (R-CNN)

تتميز خوارزميات الشبكة العصبية التلافيفية (R-CNN) القائمة على المنطقة بدقة عالية لأنها تستخدم مقترحات المنطقة لإجراء اكتشاف الاجسام. يتطلب هذا النهج أجهزة خاصة تسمح بالحساب المتوازي لتقليل وقت الكشف لأنه تعد سريعه و تستخدم هذه الخوارزمية شبكة مقترحات المنطقة لإنشاء مقترحات المنطقة إلى Fast R-CNN. تتم إزالة البحث الانتقائي لأنه يسبب ازدحام الشبكة وأظهرت النتائج التجريبية mAP بنسبة 75.9٪ على مجموعة اختبار PASCAL VOC 2012 و mAP بنسبة 78.8٪ على مجموعة اختبار PASCAL VOC 2007 بسرعة وقت اختبار تبلغ حوالي 200 ملي ثانية لكل صورة. كان أعلى أداء تم الإبلاغ عنه هو 17 إطارا في الثانية ، وكان أدنى أداء هو 5 إطارات في الثانية.

وان تقييم Faster R-CNN بناء على سجلات من الطائرات بدون طيار ويتم تدريب النموذج وتقييمه على مجموعة البيانات المخصصة ، والتي تتضمن مقاطع فيديو مروية تم التقاطها على ارتفاعات مختلفة في نطاق

100 متر إلى 150 مترا. أظهرت التجارب اكتمال 96.40٪ وصحة 98.26٪. الظروف على أساس كمية الإضاءة خفضت اكتمال إلى 94.16٪. هذه القيمة لا تزال كافية للأغراض ولا تتأثر نتائج النموذج بتغيرات الدوران أو العدد المتغير للأجسام المكتشفة.

وتم أيضا اكتشاف الأجسام من صور الطائرات بدون طيار باستخدام نهج Multi-Stream بواسطة Avola et مع نتائج إيجابية لارتفاعات مختلفة من الرحلة و حقق الأداء العام ل Multi-Stream mAP بنسبة 97.3٪ و 95.6٪ ل R-CNN أسرع.

1.5. قناع R-CNN

يعتبر Mask R-CNN امتدادا ل Faster R-CNN ، والذي يشترك في العديد من الميزات التي تشمل RPN لإنشاء مقترحات المنطقة ، وما إلى ذلك. الاختلاف الرئيسي هو تنفيذ تجزئة المثل وحساب القناع. هذا هو الإضافي لإخراج الشبكة لاكتشاف الاجسام على مستوى البكسل ويمكن لمثل هذه التقنية التمييز بين الاجسام ، حتى الاجسام المتداخلة من نفس الفئة.

يمكن أن يكون أحد التطبيقات الممكنة ل Mask R-CNN هو الاستخدام في المدن ، حيث يزداد عدد المركبات والمشكلات المرتبطة بها كل عام. في عام 2019 ، قدم نظاما قادرا على حساب المركبات بناء على النموذج المذكور من أربع فئات من الاهتمام تشمل الشاحنات والحافلات والسيارات والدراجات النارية ويقلل هذا النهج من

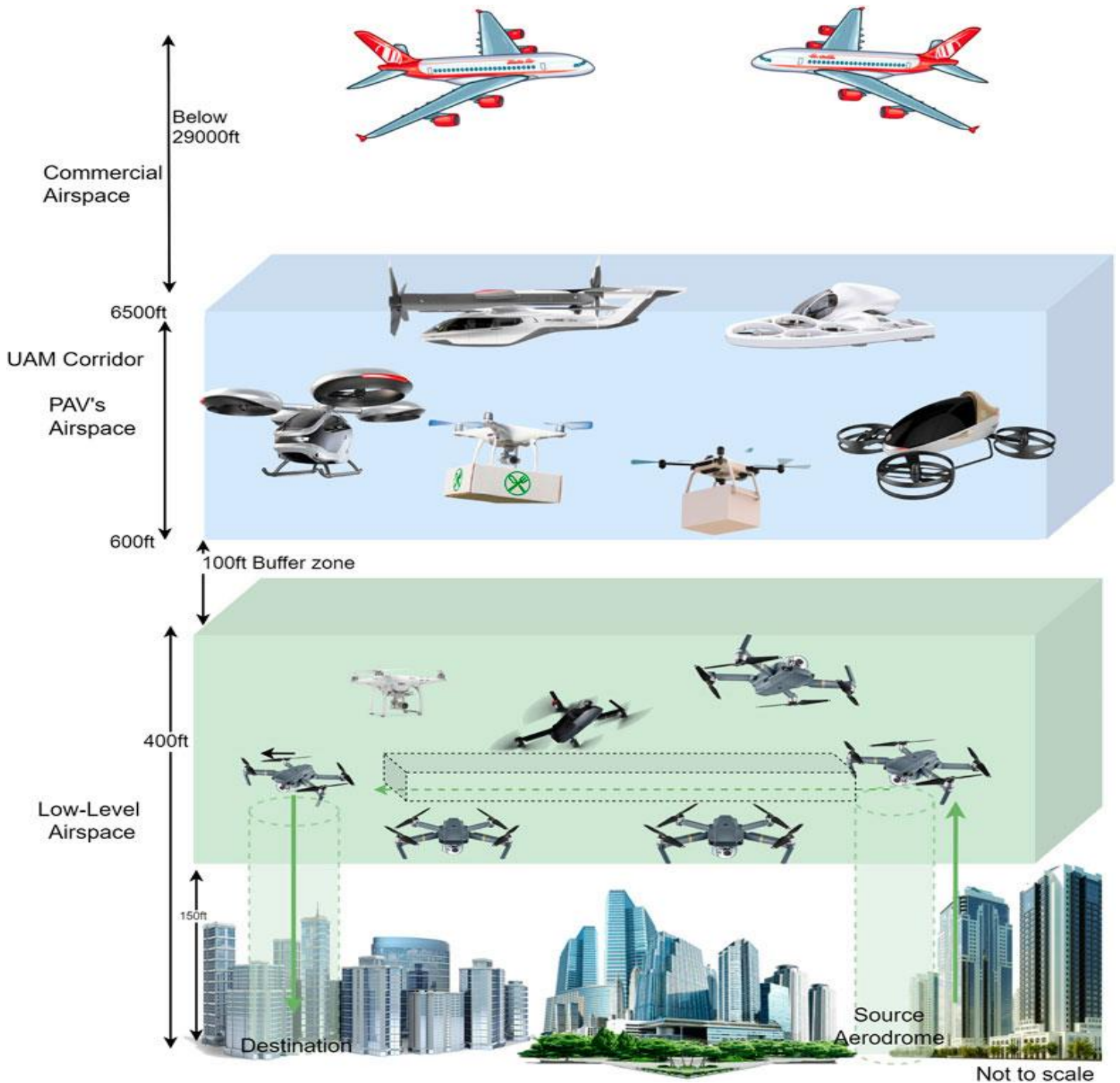
كمية بيانات الإدخال إلى النموذج الناتج و تعرف النظام على العديد من المشكلات المرتبطة بالاجسام المتداخلة ، مما أدى إلى تشويه عملية الكشف و أظهرت مرحلة الاختبار دقة بنسبة 97.62٪ أثناء اكتشاف السيارة.

تقييم خوارزميات الكشف عن الاجسام في طائرات المسيرة لمراقبة حركة المرور

وتحليلا مقارنا للخوارزميات التي تحتوي على Faster R-CNN و YOLOv3 و SSD و RetinaNet. تحل التجارب مهام الكشف عن المركبات على مجموعة بيانات KITTI وتعيين المعلامات للتقييم. أظهرت النتائج التجريبية أن الكاشف ذو المرحلتين Faster R-CNN يتمتع بدقة أعلى تبلغ 81.09٪ AP، لكن أداء 0.68 إطارا في الثانية لا يزال أقل على عكس المرحلة الواحدة. من ناحية أخرى ، تعتبر RetinaNet ذات دقة ممتازة ، والتي تتغلب على الخوارزمية السابقة بدقة 89.83٪ وأداء محسن يبلغ 3.59 إطارا في الثانية و في هذه الحالة ، ينتمي YOLOv3 و SSD إلى النماذج التي تحتوي على أسوأ معلامات الأداء والدقة. ومع ذلك ، فإن أداء SSD البالغ 14.27 إطارا في الثانية مناسب للأجهزة ذات الأجهزة المحدودة. كما تولي الدراسة اهتماما متزايدا لتنوع البيئات المحتملة ، والتي تؤثر على نطاق واسع على الكشف الصحيح.

أجهزة الكشف أحادية المرحلة مناسبة للتنفيذ على وحدات المعالجة المركزية ، وخاصة SSD و YOLO. يتم تكييف أجهزة الكشف ذات المرحلتين للتشغيل على وحدات معالجة الرسومات. تم تكييف R-CNN الأسرع لمجموعة واسعة من الظروف المتغيرة ويحقق دقة أعلى. ومع ذلك ، فإن RetinaNet وإصدارات YOLO الأحدث هي منافسين حقيقيين ضد الكاشف ذي المرحلتين.

في هذا القسم ، نصف عملية اختيار موقف مناسب لمراقبة حركة المرور باستخدام الطائرات بدون طيار. بعد ذلك ، يتم وصف وتقييم اختبار خوارزميات الكشف. يتم تقديم النهج المقترح لتوطين الكائن وتتبعه بكفاءة ، إلى جانب الوظيفة العامة للنظام التجريبي المقترح وتحليل الفيديو ذي الصلة.



يمكن أن تقدم كاميرات المراقبة مقاطع فيديو عالية الجودة من حركة المرور لتحليلها لاحقاً. من المهم ملاحظة أن هناك العديد من الطرق في المدن ولكن أيضاً بينها. ويترتب على ذلك أنه لا يمكن تركيب كاميرات لأغراض تحليلية في جميع الأماكن. هذا هو العيب الأكثر أهمية لهذه الكاميرات. وبالتالي ، من المهم البحث عن بديل يجب أن يفي بالعديد من المتطلبات ؛ وهذا يشمل التنقل في البيئة ، والتحكم البسيط ، والتكاليف ، والجهود المرتبطة بالعملية. أحد هذه الخيارات هو الطائرات بدون طيار ، والتي يتم تكييفها مع هذا النوع من العمل ؛ فهي متحركة وتصنع سجلات ذات مغزى للتحليل.

يجب أن توفر الطائرة بدون طيار رحلة مستقرة على ارتفاع ثابت في مستوى عمودي والبقاء في مكان واحد محدد عند التقاط مقاطع الفيديو. وبالتالي ، يجب أن تركز الطائرة بدون طيار على مشهد معين ، بينما لا تكون في الحركة المتعمدة ، أي تعمل ككاميرا ثابتة. الفائدة ، في هذه الحالة ، هي أنه يمكن التنقل في الطائرة بدون طيار إلى مواقع محددة تلقائياً وبدء التسجيل. ومع ذلك ، هناك تحديات محتملة ، خاصة الظروف الجوية القاسية ، على سبيل المثال ، اضطرابات الرياح أو الضباب ، والتي قد تؤدي إلى حركات غير مقصودة وتتبع الأخطاء في التتبع داخل المنطقة محل الاهتمام

اختبار خوارزميات الكشف عن الاجسام

مع الأخذ في الاعتبار النهج المقترح والسيناريوهات المختلفة ، أجريت مقارنة بين خوارزميات الكشف عن الأشياء المناسبة. يجب تغيير حجم كل إطار إلى 1280 بكسل في العرض و 720 بكسل في الارتفاع. يجب أن يأخذ النموذج في الاعتبار دقة المربع المحيط ودرجة الثقة وعدد المربعات المحيطة والأداء.

بعد الاختبار على وحدة المعالجة المركزية ، YOLOv3-tiny غير مناسب للسيناريوهات المتوقعة بسبب عدم اكتشاف أي سيارات في السيناريو الأول على الرغم من أعلى أداء يصل إلى 30.46 إطارا في الثانية في السيناريو الثالث. تتشابه الطرز الأخرى مع بعضها البعض ، لكن YOLOv4 تظهر أعلى درجة ثقة بنسبة 99٪ تقريبا ، ومربعات محيطة محددة بدقة تضمن الاستقرار والتتبع الناجح. يتمتع نموذج SSD MobileNet بإمكانات نظرا لنتائجه المثبتة جيدا ، ومع ذلك فقد أثبتت الاختبارات أن لديها قدرة غير كافية على تحديد موقع كائن حقيقي بدقة.

ومع ذلك ، تظهر الاختبارات الإضافية على وحدة معالجة الرسومات أن طراز RetinaNet لديه أداء منخفض يبلغ حوالي 4 إطارات في الثانية ودرجة ثقة تبلغ حوالي 85٪. أسرع R-CNN ResNet-50 FPN يتجاوز النماذج الأخرى من نفس النوع في غالبية المعايير. ومع ذلك ، فإن الأداء حوالي 4 إطارات في الثانية بطيء إلى حد كبير. يمكن القضاء على هذا الضعف إلى حد كبير عن طريق كشف الحركة. يتفوق YOLOv4 على جميع الطرز ، خاصة من حيث الأداء حتى 18 إطارا في الثانية ، واستقرار الكشف من حيث الموقع الحقيقي للمربعات المحيطة

، وهي ميزاتها السائدة. أداء YOLOv4 أعلى بثلاث مرات على الأقل على عكس طراز R-CNN الأسرع الأعلى. في البحث ، يتم استخدام خوارزمية YOLOv4 للكشف عن المركبات.

طائرات تتبع الاجسام

لا غنى عن تنفيذ خوارزمية تتبع خفيفة الوزن ومباشرة وفعالة السبب الرئيسي هو أن اكتشاف الاجسام هو جزء مكلف حسابيا من العملية برمتها وتتمثل إحدى الخوارزميات المباشرة لتتبع الاجسام المكتشفة في حساب المسافة بين نقاط المركز للمستطيل الحالي والسابق أو التقاطع بينهما وكشف الاتجاه هو نتاج معلومات التتبع. يعتمد على تحليل المسار وحساب الفرق بين نقاط المركز.

أحد الجوانب الرئيسية هو الحفاظ على معلومات السيارة التي تتحرك في عائد الاستثمار والتأكد من أنها هي نفسها وليست مركبة أخرى و تعتمد العملية برمتها على اكتشاف الاجسام لذلك ، يجب أن تكون هذه العملية مستقرة من حيث درجة الثقة ويجب ألا تحتوي الميزة على انحرافات كبيرة و توجد العديد من الخوارزميات حاليا والصحيح أنه كلما كانت الخوارزمية أفضل ، زادت مطالبتها الحسابية فهي واحدة من الأولويات التي نعتبرها هي سهولة الحساب وبالتالي ، فإن اكتشاف الكائن له الأولوية القصوى من حيث الحمل الأقصى على الموارد و يجب تقليل الحمل الآخر قدر الإمكان ولهذا السبب

ينتج عن اكتشاف الاجسام مربعات محيطة على شكل مستطيل والهدف هو حساب قيمتين جوهريتين:

1. حساب المساحة المتقاطعة—يتضمن ذلك حساب المساحة المتقاطعة للقيم الصالحة بين المربع المحيط للإطار الحالي والإطار السابق. يتم وضع علامة على فقدان الكشف كقيمة غير صالحة. تعتبر المستطيلات المتقاطعة فقط هي نفسها. على العكس من ذلك ، لا يتم تمييز المربعات المحيطة المشوهة بالتداخل على أنها متطابقة ؛

2. حساب المسافة - حساب المسافة الإقليدية للقيم الصحيحة

بين النقاط المركزية لمربع محيط الإطار الحالي والإطار السابق وتكون المركبات متطابقة عندما تكون المسافة بين نقاط مركزها أقل من القيمة المحددة و علينا أن نضع في اعتبارنا أنه قد يكون من الصعب تحديد القيمة المناسبة لذلك و يتم تنفيذ المنطقة المتقاطعة ، والتي لا تخضع للتشوه.

بالإضافة إلى ذلك ، قمنا بتعيين حجم سجل التتبع و بمجرد حدوث تحديث موضع الاجسام المراقبة ، نضيف كائنا جديدا بناء على المعايير ويجب أن يظهر هذا المرشح على الأقل في الإطارين.

النهج المقترح لطائرات المسيرة لمراقبة حركة المرور

يوفر اكتشاف الاجسام معلومات جوهرية حول التوطن وفئة الاجسام المكتشفة جنبا إلى جنب مع درجة الثقة الخاصة بهم كضمان أنه الكائن الذي هو في مركز الاهتمام.

يمكن تقسيم العملية برمتها إلى ثلاث خطوات رئيسية:

1. كشف الحركة—إنشاء إطار ثنائي، حيث يتم إعادة تشكيل الاجسام المتحركة فقط بواسطة وحدات بكسل بيضاء. بقية وحدات البكسل سوداء. تشير الحركة الكافية إلى إطلاق اكتشاف كائن أكثر تكلفة حسابيا. خلاف ذلك ، فقط كشف الحركة يحلل البيئة المحددة ؛
 2. اكتشاف الكائن - توطين اجسام متعددة والتعرف عليها باستخدام درجة الثقة في الإطار ؛
 3. تتبع الكائن—يضمن هذا الجزء أن الاجسام المكتشفة هي نفسها أثناء تغيير المسار.
- يظهر أحد المواقع المحتملة في الشكل 5 ، حيث يكون المنظر أعلى من مستوى الطريق. في مثل هذه الظروف ، تتحرك المركبات من أعلى إلى أسفل. مما لا شك فيه انه يمكن أن تشير الأجسام في الاتجاه المعاكس و الإطار بأكمله ليس في مركز الاهتمام لأسباب متنوعة ، مثل أجزاء الإطار التي تمثل الخلفية في شكل الخضرة أو السماء. مركز الاهتمام الوحيد هو الطريق. يتم اكتشاف المركبات التي تدخل عائد الاستثمار ولكن يتم احتسابها إذا كانت السيارة داخل المنطقة المحددة بالكامل. وبالتالي يتم تتبع المسار ، ونحن قادرون على تحليل ما إذا كان هو نفس الجسم. بالطبع ، من المهم تحديد الهامش الذي نحدد منه أن الكائن يقع في الداخل في هذا الجزء ، نحدد العديد من التحسينات لزيادة فرصة الحصول على النتائج الأكثر موثوقية وكذلك تقليل متطلبات الأجهزة ؛ ويشمل ذلك استخدام اكتشاف الحركة ، وتنفيذ عائد الاستثمار في شكل المربع المحيط ، ومتطلبات أن تكون السيارة بأكملها مرئية في الصورة ، واستخدام درجة الثقة.

في هذه المرحلة من التطوير ، لا يعوض عائد الاستثمار عن الحركات الأكبر لكاميرا الطائرة بدون طيار الناتجة عن الطقس أو أي حركة غير مقصودة أخرى ذات صلة. في حالة حدوث التغيير السريع داخل عائد الاستثمار ، يتم إخطار المستخدم بالخسارة المحتملة لهذه المنطقة بعد ذلك ، من الممكن إعادة تعريفه في وقت محدد. طرق أخرى ممكنة أيضا قد يتم تتبع عائد الاستثمار ، وهذا من شأنه أن يضيف خطوة أخرى إلى معالجة المدخلات وسيزيد أيضا من الحمل الحسابي على الأجهزة ، وبالتالي إبطاء الكشف بالكامل. هذا النهج هو أيضا أكثر ملاءمة في حالة توفر الفيديو فقط من الطائرات بدون طيار. خيار آخر هو التعويض عن الحركة مباشرة على الطائرة بدون طيار أثناء الحصول على بيانات الفيديو ؛ تم إجراء بحث حول هذا التتبع للأجسام بواسطة الطائرات المسيرة لحركة المرور وأن نظام التتبع مناسب لتطبيقات المراقبة وقد يؤدي النهج الذي اقترحه المؤلف إلى جعل الحاجة إلى عائد استثمار زائدة عن الحاجة.

الوظائف العامة للنظام

يقوم المستخدم بتشغيل موقع الويب عبر جهاز يمكنه من تشغيل المتصفح ويستخدم جانب العميل العديد من المكتبات لعرض موقع الويب والتواصل مع الخادم وإدارة الحالة التي تحتوي على جميع البيانات الحالية ويتواصل موقع الويب أيضا مع Firebase المستخدم لأغراض المصادقة.

يعد الحل البرمجي المقترح فريدا بطبيعته لأنه يوفر حلا شاملا لمعالجة المدخلات من الطائرات بدون طيار المبنية على تقنية مفتوحة المصدر. نظرا لطبيعة الحل ، فإن إدخال الفيديو من كاميرات المرور الثابتة ممكن أيضا.

تتبع ورقة حديثة إلى حد ما من النهج المماثل لهذه الدراسة ومع ذلك ، يستخدم كاميرات مراقبة ثابتة بدلا من الطائرات بدون طيار. يتم استخدام عائد الاستثمار أيضا ولكن بشكل مختلف ؛ بدلا من اختيار أجزاء مهمة من الصورة ، يستخدم المؤلفون المضلعات لتحديد ممرات الطريق. مثل هذا النهج في حالتنا سيكون بالغ الأهمية ، بسبب طبيعة الطائرات بدون طيار. تم تنفيذ حل برمجي آخر بواسطة [30] Li et al.؛ مرة أخرى ، يستخدم المؤلفون كاميرا ثابتة ، ولكن في هذه الحالة ، مثبتة على سيارة. يقوم المؤلفون بتنفيذ حل لبيئة MatLab. إحدى المساهمات الجانبية ، ولكنها مهمة أيضا ، لهذه الورقة هي البنية الموصوفة لحل البرنامج التجريبي المقترح الذي يعتمد على تقنيات مفتوحة المصدر.

تحليل الفيديو

بطبيعة الحال ، يمكن فقط للمستخدم الذي قام بتسجيل الدخول الاستفادة من جميع الوظائف. يتم توفير أمان الحساب بواسطة Firebase ، الذي يتحقق من هوية المستخدم من خلال مصادقة الرمز المميز. يتم إعداد الفيديو المحدد للتحليل. ومع ذلك ، قبل ذلك ، يعد اختيار عائد الاستثمار خطوة ضرورية. هذه العملية موضحة في الشكل 9أ. بمجرد الانتهاء من ذلك ، يتم إجراء التحليل على جانب الخادم. يوفر الاتصال بين المستخدم والوظائف الأساسية إطار عمل Django. كما أنه يتواصل مع قاعدة البيانات لتخزين المعلومات. يحتوي كل فيديو على قائمة من التحليلات. يوضح الشكل 9ب ، ج عينة من تحليل واحد يتكون من عدد المركبات ومتوسط درجة الثقة وقائمة المركبات المكتشفة جنبا إلى جنب مع صورتها ودرجة

الثقة ووقت الكشف.

يتضمن التحليل في الحل المطبق حاليا ما يلي:

- عدد المركبات المكتشفة ؛
- متوسط درجة الثقة
- قائمة المركبات المكتشفة مع تمثيلها المرئي ؛
- تقدير اتجاه السيارة ؛
- وقت الكشف .

النتائج التجريبية

تم تقييم حل البرنامج التجريبي المستند إلى الويب من قبل عينة من المستخدمين.

ومع ذلك ، كان الاختبار الخاضع للرقابة على مجموعة من مقاطع الفيديو المدخلة ضروريا.

تقييم الأداء

الفرق الكبير بين القياسات هو استخدام التحسينات مثل اكتشاف الحركة واستخدام عائد الاستثمار. من

المهم ملاحظة أن عائد الاستثمار يستخدم القياس الأول الصورة بأكملها دون اكتشاف الحركة. لا يحتوي

تحديد الإدخال من الفيديو على أجزاء زائدة حيث لا يتم اكتشاف أي حركة. وذلك لأن اكتشاف الاجسام هو

العملية التي تثقل كاهل الأجهزة أكثر من غيرها.

قواعد القانون الدولي العام واستخدام الطائرات بلا طيار في الاغتيالات

إعتبر مُقرّر الأمم المتحدة الخاص بـ «حالات الإعدام خارج نطاق القضاء أو بإجراءات موجزة أو تعسفًا»،

كريستوف هاينز (1 آب/أغسطس 2010 - اليوم)، خلال مؤتمر عقد في جنيف مُنتصف العام 2012، أن سياسة

الإدارة الأميركية في استخدام الطائرات بلا طيار لتنفيذ «قتل مُستهدف» تُهدّد أسس القانون الدولي. ف

«الإعدامات خارج نطاق القضاء» التي تُنفّذها وكالة الاستخبارات المركزية الأميركية (CIA) في باكستان واليمن

وغيرها من الدول، بتوصية من إدارة أوباما، قد تُغري أو تُشجّع دولاً أخرى على الاستخفاف بمعايير حقوق

الإنسان وضمّاناته. وألح إلانّ بعضها قد يرقى إلى «جرائم حرب».

ويأتي تصريح مُقرّر الأمم المتحدة بعد تمللٍ وشجبٍ دوليين عارمين لارتفاع وتيرة «القتل المُستهدف» من خلال

طائرات بلا طيار.

وأعلن المحامي بن إميرسون، خلال المؤتمر ذاته، أنّه سيضع التحقيق في هجمات الطائرات بلا طيار على سلّم

أولوياته وقال إن القضية فرضت نفسها على الأجندة الدولية بعد أن دبّجت كلاً من روسيا والصين بيانًا مشتركًا،

بدعم دول أخرى، يدين تلك الهجمات في مجلس حقوق الإنسان التابع للأمم المتحدة. وأشار إلى أنه إذا لم تقم

الولايات المتحدة، والدول الأخرى الضالعة معها، بتحقيقات مستقلة في كل عملية قتل، «فيجب على الأمم المتحدة أن تدرس تشكيل هيئة تحقيق».

ودعا مندوب باكستان في الأمم المتحدة، زمير أكرم إلى موقف قانوني دولي لوقف هجمات الولايات المتحدة التي «تؤتي نتائج عكسيّة»

وسخر مُقرّر الأمم المتحدة مما تُردّده الولايات المتحدة من أنّ هجمات الطائرات بلا طيّار على تنظيم القاعدة أو الجماعات المتحالفة معه هو ردّ مشروع على هجمات 11 سبتمبر/أيلول، مشيرًا إلى أنه «من الصعب تبرير العمليّات التي نُفذت العام 2012 بأنها ردّ على (الأحداث التي حصلت "العام 2001». وقال «إن بعض الدول يسعى كما يبدو إلى ابتداع قوانين جديدة لتبرير ممارسات جديدة». وقال هاينز للصحيفة عقب المؤتمر إن تحقيقاته المستقبلية قد تلتفت إلى قيام بعض الدول (المملكة المتحدة، مثلاً) بتزويد الولايات المتحدة معلومات إستخباراتيّة قد تستخدمها الإدارة الأميركيّة لاستهداف أفراد بعينهم. وأضاف أنّ الوقت حان لإنهاء «مؤامرة الصمت» وإطلاق تحقيق مستقل بشأن الطائرات بلا طيّار، مشيرًا إلى أنّ تلك الهجمات لا تستهدف الأفراد فحسب، بل القانون الدولي ذاته.

وقدّر عدد الذين قتلوا في باكستان والصومال واليمن بسبب الطائرات بلا طيّار بأربعة آلاف شخص، جلّهم من المدنيين منذ العام 2002. وقد ارتفع عدد الضحايا الأبرياء بشكل لافت منذ تولّى الرئيس باراك أوباما السلطة في الولايات المتحدة الأميركيّة.

إننا نلمس، إذًا، بعد الاطلاع على جهود الأمم المتحدة في مجال قمع الإعدام غير القضائي Extrajudicial Execution (أي القتل من دون حكم سابق صادر عن محكمة)، توجَّهًا دوليًا بارزًا نحو إدانة «القتل المُستهدف».

فحجَّة الإرهاب لم تُعدَّ سدًّا يحمي الدول من الإدانة عند اللجوء إلى قتل كهذا. والتذرُّع بالخطأ التقني، الحاصل للطائرة بلا طيار عند تنفيذ مهماتها (أي قيامها بالاغتيال)، لم يُعدَّ وسيلةً للتهرُّب من المسؤولية الدولية. وعالم اليوم لم يعد بإمكانه السكوت أكثر عمَّا يجري من عمليات قتل فردية أو جماعية. ومسألة مُحاسبة من ارتكب مثل هذه الفظائع، وإنزال العقوبات المناسبة به، صارت في مقدِّم اهتمام منظمات حقوق الإنسان وهيئات المجتمع المدني.

قبل أحداث الحادي عشر من أيلول/سبتمبر 2001 كانت مشروعية استعمال الطائرات بلا طيار تُثير مناقشات عديدة بين الفقهاء، وكان بعضهم يمتقها ويدعو إلى تحريمها لأنها تُنزل بالسكان الأمنيين الأبرياء أضرارًا لا قبل لهم على دفعها. غير أنَّ كثرة استعمال الطائرات بلا طيار، وتقدُّم هذا السلاح بعد العام 2001، واعتماد الدول اعتمادًا كبيرًا عليه، كل ذلك جعل من المناقشات الفقهية حول مشروعية هذا السلاح مناقشات بيزنطية، وأهاب البعض إلى التسليم بالأمر الواقع والانصراف إلى البحث عن قواعد لتنظيم استعماله.

ولم تتمكَّن الدول حتى الآن من الاتفاق على وضع قانون خاص لهذا السلاح الرهيب. والدول كانت دائمًا تنفر من قضية التنظيم لأنها تُريد، كما يبدو، أن تبقى طليقة من كل قيد لتتصرَّف في حروبها المقبلة بكلِّ حرية وتستعمل أنواع الطائرات بلا طيار التي تختارها.

إلا أنّ عدم تنظيم استعمال الطائرات بلا طيّار لا يعني تركها لمشيشة المحاربين، فهناك أحكام عامّة تفرضها قواعد الأخلاق الإنسانية ومبادئها وتُطبّق على أيّ عمليّة حربيّة، جويّة كانت أم بريّة أم بحريّة. وهناك أيضًا نصوص مدوّنة بشأن الحرب الجويّة والبريّة والبحريّة ثلاثم طبيعة حرب الطائرات بلا طيّار ويُمكن أن تُطبّق عليها. واستنادًا إلى هذه الأحكام والنصوص نستطيع أن نتحدّث عن القواعد المهمّة لحرب الطائرات بلا طيّار. فاللجوء إلى مثل هذه لا بدّ، إذّا، أن يكون مُتوافقًا، بدايةً، مع حق اللجوء إلى الحرب (أي الحالة التي يُسمح فيها للدولة باستعمال القوّة *Jus ad bellu*، كما يجب أن يكون استعمالها، بعد ذلك، مُستندًا إلى حقوق الإنسان والقانون الدولي الإنساني (أي القانون الذي يُنظّم حالة الحرب).

أ- فما هي قوّات حرب الطائرات بلا طيّار وما هو قوامها؟ تُشكّل هذه الطائرة، كما هو معلوم، وسيلة حرب لضرب العدو من دون تعريض حياة الجنود لأيّ خطر يُذكر، أيّ أن استخدام هذا النوع من السلاح يكون نيابة عن النجّ بالجنود. فمُشغّل الطائرة، عندما لا تكون تلقائيّة التوجيه، هو شخص جالس خلف شاشة الحاسوب في مكان يبعد آلاف الكيلومترات عن أرض المعركة. ولكن هل تُطبّق صفة المحاربين على الأشخاص الذين يُرمجون الطائرات بلا طيّار أو يُحلّلون معلوماتها أو يعملون على التحكّم بها؟

ب- ما هي الآثار الخاصّة للحرب فيما يتعلّق بالأشخاص؟ فرعايا الدولة المُحاربة، بشكل عام، فريقان: فريق المحاربين (القوّات العسكريّة بمُختلف مظاهرها)، وفريق المدنيين. والفريق الأوّل هو الذي يتّصف فحسب بصفة العدو. ولكن هل يُعتبر مشغّلو الطائرات بلا طيّار مُحاربين لدى القوّات العسكريّة؟ ماذا يحلّ بالمدينين منهم

والمُقيمين خارج أراضي دولة مُحاربة؟ هل يُعاملون، عند إلقاء القبض عليهم، كأسرى حرب؟ هل يجوز الاعتداء على الأشخاص المُلحقين بخدمة الطائرات بلا طيار (موظفي التموين، واللاسلكي، والصيانة)؟ لقد مال البعض إلى اعتبارهم فئة لا يحميها القانون الدولي الإنساني على الرغم من انخراطهم في نشاط الطائرات بلا طيار، ولا يُمكن اعتبار من يقع منهم في الأسر، أسير حرب. وجلّ ما يُمكن القيام به هو مُلاحقتهم أمام محاكمهم الوطنيّة. إلا أنّ الأمر لم يُحسم بعد، وهذا ما سنراه لاحقًا.

ج- ما هي حقوق المُحاربين بالنسبة إلى طائرات العدو بلا طيار؟ تستطيع الدولة المُحاربة أن تُدمّرهما (مهجمتها وإطلاق النار عليها وإسقاطها أو مصادرتها)، ولا فرق في ذلك بين طائرة مُحلّقة أو راسية في المطار. وإلى جانب التدمير تستطيع الدولة إذا تمكّنت من ذلك مصادرة أي واحدة منها وإنزالها في أرضها.

وجرى «العرف الحديث» على جواز اعتراض الطائرات بلا طيار التي يملكها العدو ومصادرة ما فيها من أجهزة إلكترونيّة.

د- ما هي وسائل الحرب؟ إنّ الغرض من الحرب، بشكل عام، هو قهر قوّات العدو وإجبارها على التسليم، ولذلك فإنّ الوسائل المُستعملة يجب ألاّ تتعدّى هذا الغرض فتصل إلى الأعمال الوحشيّة. وقد حدّدت الاتفاقات الدوليّة، بشكل عام، وسائل العنف المشروعة وغير المشروعة. فالوسائل غير المشروعة هي: استعمال أسلحة أو مقدوفات تزيد من دون فائدة في آلام المُصابين وفي خطورة إصابتهم، وإلقاء قذائف تنشر الغازات السامّة أو

المُضَرَّة بالصحة، واستعمال السموم بأيّ طريقة كانت. فإطلاق صواريخ الطائرات بلا طيار عشوائياً، مثلاً، واللجوء إلى القسوة غير الضرورية عند تنفيذ «القتل المُستهدف»، هي من القيود التي يتحتّم تجنّبها.

والطائرة بلا طيار هي وسيلة حرب أكيدة، تتكوّن من مجموع الطائرات بلا طيار على اختلاف أنواعها (إستطلاع أرض المعركة، وتموين الجنود، وتشويش الإتصالات السلكيّة واللاسلكيّة، وتوفير المعلومات اللازمة لتوجيه الصواريخ: أرض/أرض، وأرض/جوّ، وأرض/بحر، واعتراض صواريخ العدو، وتوجيه العمليّات العسكريّة، وتعقّب الأهداف المُتنوّعة، واغتيال الأفراد، والبحث عن الجنود). ولكن هل تُعدّ بمنزلة جندي نصف آلي عندما تكون مُوجّهة لاسلكيّاً؟ وبعبارة أوضح: هل أصبحت تُعتبر، بهذه الصفة «الفردية»، شخصاً من أشخاص القانون الدولي؟ أو هل تُعدّ الطائرات بلا طيار ذخائر فقط أطلقها أحد الجنود؟ أخيراً، وبسؤال موجز: ماذا سيكون حكم الطائرات بلا طيار التلقائيّة التوجيه؟

هـ- هل هناك نظام للضرب من الجو؟ إنّ الدولة المُحاربة تُرسل، عادةً، قوّاتها المُحاربة لضرب مواقع العدو وإضعاف قوّاته الماديّة والمعنويّة وحمله على التسليم، وتستطيع أن تُدمّر كل ما من شأنه أن يُعجّل بتحقيق انتصارها عليه. ويصعب عملياً إيجاد معيار للتفرقة بين المواقع التي ينبغي أن تُضرب. وبحث الفقهاء طويلاً هذا الأمر. وبعد جهود مُضنية توصّلوا إلى فكرة الأهداف العسكريّة. والضرب من الجو لا يكون مشروعاً إلاّ إذا كان مُوجّهًا ضدّ هدف عسكري، أي ضدّ هدف يكون، في إتلافه الكليّ أو الجزئيّ، مصلحةً حربيّة ظاهرة لأحد المُتحاربين.

ولا يقتصر اهتمام القانون الدولي على معالجة القضايا التي تدخل في نطاق العلاقات الدولية، بل يمتد كذلك إلى العناية بحقوق الإنسان، مُعتبراً الفردَ في المجتمع الدولي غايةً تعمل الدول من أجلها وهدفاً نهائياً تتجه إليه وترعاه كل قاعدة قانونية. والحقوق الفردية التي يتعرض لها القانون الدولي العام هي الحقوق الأساسية التي تتصل بشخص الإنسان. وقد جاء الإعلان العالمي لحقوق الإنسان، الذي أقرته الأمم المتحدة العام 1948، دليلاً واضحاً على المركز المهم الذي يتبوأه الفرد في الأحكام الوضعية للقانون الدولي العام.

ولتنظيم هذه الحماية تضمّن القانون الدولي بعض النصوص التي تُلزم الدول احترام بعض الحقوق الفردية أو تُلزم الأفراد مراعاة بعض الواجبات تجاه الدول.

ويحصر القانون الدولي اهتمامه بالحقوق الطبيعية والأساسية التي يتمتع بها الفرد باعتباره كائناً إنسانياً. ولكن هل بإمكاننا القول إنّ هذه الحقوق الطبيعية قد أصبحت مكفولة دولياً بواسطة القانون الدولي؟

لو اطلعنا على القانون الدولي العام المُعاصر لوجدنا أنه يتضمن قواعد ومبادئ تُطبّق مباشرةً على الفرد بهدف حماية حياته وكيانه وحرّيته وأخلاقه، أو بهدف مُعاقبته لارتكابه جرائم ضدّ الإنسانية أو ضدّ السلام العالمي، أو بهدف السماح له، بصفته هذه، بمراجعة المحاكم الدولية والمثول أمامها والادّعاء ضدّ الدول.

ولدينا اليوم قواعد قانونية دولية عديدة خاصّة بالفرد، إمّا لحمايته في حياته (إتفاقيّة جنيف الرابعة الخاصة بحماية الأشخاص المدنيين في زمن الحرب، مثلاً) وإمّا لحماية فئات مُعيّنة من البشر (الإتفاقيات الخاصة بالنساء والأطفال، مثلاً).

واقترنت كلّ من اتفاقيّات جنيف الأربع «بوسيلة تنفيذٍ جديدةٍ تجسّدت في نظام إلزامي لقمع المُخالفات الخطيرة

المُحدّدة في الاتفاقيّات. فالأطراف في هذه الوثائق مُلزمون إحالة المُخالفين، مهما تكن جنسيّاتهم، إلى محاكمهم

وبإنزال العقوبة بهم، أو تسليمهم إلى الآخرين في حال إدانتهم»

والتجديد الآخر الذي أتحدثنا به الاتفاقيّات الأربع نجده في المادة الثالثة التي تُعيّد الأعمال المحظورة بسبب

صبغتها الإنسانيّة، وهي:

- الإعتداء على الحياة وسلامة الجسد، وعلى الأخص القتل بكلّ أنواعه، وبتر الأعضاء، والمعاملات الوحشيّة، والتعذيب.

- أخذ الرهائن.

- الإعتداء على كرامة الأشخاص، وعلى الأخص المعاملات المهينة أو المزريّة.

- إصدار أحكام وتنفيذ عقوبات من دون حكم سابق صادر عن محكمة مُشكّلة بصورة قانونيّة، يشتمل

على جميع الضمانات القانونيّة التي تُعتبر ضروريّة في نظر الشعوب المتمدّنة.

وتصطبغ هذه الوثائق الأربع بصبغة إنسانيّة رفيعة وتُشكّل ما يُمكن أن يُسمّى «لُبّ القانون الدولي الإنساني» في

عصرنا الحاضر.

إلاّ أنّ هذه الوثائق والقوانين ليست مؤهّلة للتكيّف مع التقنيّات المتسارعة للطائرات بلا طيّار.

ولو اعتبرنا أنّ القواعد العامّة للقانون الدولي تُطبّق (أو يجب أن تُطبّق) على الطائرات بلا طيّار، لأنها قواعد عالميّة، فإنّ التطوّرات والإنجازات العلميّة الحديثة باتت تفرض إمّا إجراء عمليّة تحديث لهذه القواعد، وإمّا وضع نظام قانوني جديد، كفيل بمُواجهة المُستجدّات والتكيّف مع التقدّم العلمي المُرتقب وتحديد الحقوق والالتزامات للدول التي تستخدم الطائرات بلا طيّار وإيجاد الحلول للمشكلات الخاصّة المُعقّدة التي تطرحها ظاهرة «القتل المُستهدَف» وضرب مواقع العدو الحسّاسة من الجو بشكل مُباغت من دون معرفة هويّة الدولة المُعتدية.

وعندما انكبّ الفقهاء على دراسة هذا الموضوع اختلفوا حول عددٍ من الأفكار. فما هي آراؤهم في هذا الصدد؟ وما هي التساؤلات المطروحة أو المُحتملة؟

رابعاً: تساؤلات يطرحها استخدام الطائرات بلا طيّار في الأعمال الحربيّة: تغيّر وجه الحرب وآثارها القانونيّة المُحتملة

أضاف التطوّر العلمي المذهل الذي شهده العصر الحديث عوامل مهمّة جديدة كان لها، وسيكون، أثر عميق في تطوير قواعد القانون الدولي وتغيير معالمها. إنّها العوامل التكنولوجيّة.

وهذه العوامل أُهمّلت لفترة طويلة، على الرغم من الاعتراف بأهميّتها وتأثيرها. ف«ليس الفلاسفة بنظريّاتهم، ولا الحقوقيّون بصيغهم، بل المهندسون بابتكاراتهم، هم الذين يصنعون القانون، وخصوصاً تقدّم القانون».

وإذا كان تأثير الاكتشافات العلميّة في حياة المجتمع البشري أمرًا مُسلّمًا به، فإنّ ما يشغل بال فقهاء القانون اليوم هو مدى تأثيرها في التغيّرات والتوجّهات التي طرأت على تطوّر القانون الدولي العام.

لقد كان للتكنولوجيا تأثير بالغ ودور كبير، أولاً في تطوّر العلاقات الدوليّة، وثانياً في تقييد بعض القواعد الدوليّة، وثالثاً في تطوير هذه القواعد.

وهكذا نرى أنّ العوامل التكنولوجيّة المتلاحقة وتطوّراتها قد أحدثت تغييراً مُهمّاً في كثير من المفاهيم والأسس والمبادئ التي قام عليها القانون الدولي منذ قرون فهل امتدّ هذا التغيير إلى تكنولوجيا الطائرات بلا طيّار؟

يتجلّى تأثير الطائرات بلا طيّار في خمسة أمور مهمّة: إضعاف المفهوم التقليدي للدولة العسكريّة، تغيير في مضمون الجندي (أو المُقاتل أو المُحارب) ومدلول الدولة الصغيرة، وتقييد مبدأ سيادة الدولة، وتشتّت المسؤوليّة الدوليّة، وتغييب مبدأي الضرورة والإنسانيّة.

أ - إضعاف المفهوم التقليدي للدولة العسكريّة.

فوضع الدولة التي كانت المُدافع الأوحّد عن حياض الوطن بدأ يتغيّر بعد تسعينيات القرن الماضي بفعل تطوّر تقنيّة الطائرات بلا طيّار.

ومردّ ذلك إلى سلسلةٍ من التحدّيات التي واجهت هذه الدولة بفعل التقدّم التقني في مجال الطائرات بلا طيّار.

-التحدي الأول اقتصادي- سياسي. فظهور الطائرات بلا طيار عمّم أسلوب الإعتماد المتبادل بين الدول وشركات الصناعات الحربيّة المتعدّدة الجنسيّة الذي يعني أنّه لم يعد في مقدور أيّ دولة الإعتماد على الذات فحسب والإكتفاء بما تُنتج من أسلحة وهذا الوضع حثّم على الدولة الاستعانة بغيرها من شركات الصناعات الحربيّة، أو الإعتماد على غيرها، لسدّ حاجاتها العسكريّة. فتقدّم صناعة الطائرات بلا طيار فرض على الدولة توسيع دائرة اتصالاتها الخارجيّة والدخول في أنماط جديدة من الشراكة مع القطاع الخاص.

وكانت الدولة في الماضي القريب تتحكّم وحدها في آلة صنع القرار السياسي. وهذا الأمر كان مُمكنًا قبل ظهور تكنولوجيا الطائرات بلا طيار المعاصرة التي أصبحت تتطلّب قدرًا كبيرًا من الاختصاص والمهارة والخبرة والتفريغ، وإلمامًا واسعًا بالأجهزة الإلكترونيّة المتطوّرة، ومعرفة عميقة بالمعلوماتيّة وثورة الاتصالات. ولهذا فإنّه يصعب اليوم على أجهزة الدولة وهيئاتها إدراك مختلف أبعاد صناعة الطائرات بلا طيار واستيعاب جميع ظروفها وتطوّراتها. وبذلك أصبح لزامًا عليها اللجوء إلى المتخصّصين والمؤهلين من شركات الصناعات الحربيّة. فالتطوّر العلمي في مجال صناعة الطائرات بلا طيار أفضى، بفعل التعقيدات التي أفرزها، إلى تراجع دور الدولة التقليدي في المجال العسكري وتصاعد دور شركات الصناعات الحربيّة.

- إلى جانب التحدي الاقتصادي- السياسي هناك تحدي السيطرة على ثورة الاتصالات وموجاتها المختلفة

(أو التحدي الرقمي). وكانت الدولة، قبل انتشار الطائرات بلا طيار، قادرة على تحديد مسار قذائفها أو

صواريخها، بشكل نسبي مقبول. غير أنّها أصبحت، بعد انتشار تلك الطائرات، عاجزة عن التحكّم الكامل

بمسارها. فكيف باستطاعة الدولة مالكة الطائرة بلا طيار منع اختطافها وتحويل مسارها وإعادتها إلى حيث انطلقت وتفجيرها؟ وهل بإمكانها عملياً منع الخاطفين أو القراصنة (Hackers) المُحتملين من التقاط ما تنقله الطائرات بلا طيار من معلومات ومشاهد؟ وهل بإمكانها عملياً منع التنصّت أو استراق السمع، أو انتهاك سرّيّة المراسلات والاتصالات، أو اعتراض أو اختراق ما تبثّه الطائرات بلا طيار من معلومات ومشاهد؟

إنّ تطوّر وسائل الاتصالات ووسائلها أسهم في زعزعة الوظيفة التوجيهيّة للدولة في كل ما يتعلّق بالتحكّم اللاسلكي بالطائرات بلا طيار بحيث أضحي مفهوم الحدود السياسيّة والجغرافيّة، وكذلك مفهوم السيادة ومفهوم الاستقلال عن الآخرين، من المفاهيم الغابرة التي لا يُمكن الاعتداد بها.

-بعد التحدي الاقتصادي والتحدي الرقمي يُطالعا التحدي الأمني. فالتطوّر التكنولوجي قلب مفهوم الأمن الوطني التقليدي رأساً على عقب، لأنّ وجود الطائرات بلا طيار غيّر أنماط العلاقات الدولية وقواعد الحرب. وبنتيجة ذلك لم يعد للحدود حرمة أو أهميّة ولم يعد خطر التدمير محلياً يقتصر على أطراف النزاع بل يُمكن أن يمتدّ إلى دول عبرت أجواءها الطائرات بلا طيار، كما سنرى لاحقاً.

ب -تغيير في مضمون الجندي (أو المُقاتل أو المُحارب) ومدلول الدولة الصغيرة

لقد أسفر التطوّر في مجال الطائرات بلا طيار عن تغيير شامل في مضمون القوّات النظاميّة، أي الجيوش بمُختلف أشكالها وتشكيلاتها (الجيش العامل، والجيش الاحتياطي، والحرس الوطني، والكتائب المُكوّنة من

أجانب كالفرقة الأجنبية في فرنسا)، والقوّات المتطوّعة التي تتكوّن من أفراد يعملون بدافع وطنيتهم مع الجيوش النظاميّة. صحيح أنّ الفرق الجوهرية بين القوّات العسكريّة التقليديّة ومُشغلي الطائرات بلا طيّار لم يتغيّر من حيث الأغراض والأهداف، إلّا أنّ البنية والروابط مع الدولة قد تغيّرت جذريّاً في عصر الطائرات بلا طيّار. ففي الماضي كان نقص عديد القوّات العسكريّة يُحدث خللاً أمنياً ويهدّد أمن الدولة بالتفكّك. أمّا اليوم فلم يعد لعدد القوّات العسكريّة أيّ قيمة استراتيجية تُذكر، لأنّ الطائرات بلا طيّار أوّهت مفعول الترابط بين قدرة الجيش وعديده وعزّزت قدرة الدولة الواحدة، المالكة لهذا السلاح أو القابضة عليه، على ضمان أمنها والدفاع عن نفسها بمفردها.

وصار بإمكان دولة صغيرة مُستضعفة أن تُواجه مُنفردة دولة مُتفوّقة عسكريّاً بعد قيامها ببناء أسطول من الطائرات بلا طيّار المتعدّدة الغايات والأغراض (إستطلاع أرض المعركة، وتموين الجنود، وتشويش الإتصالات السلكيّة واللاسلكيّة، وتوفير المعلومات اللازمة لتوجيه الصواريخ: أرض/أرض، وأرض/جوّ، وأرض/بحر، واعتراض صواريخ العدو، وتوجيه العمليّات العسكريّة، وتعقّب الأهداف المتنوّعة، واغتيال الأفراد، والبحث عن الجنود، ونقل الجرحى). وستُحرّر، إذًا، تكنولوجيا الطائرات بلا طيّار الدول الصغيرة، الحسنة التنظيم والتدبير نسبياً، من الاعتماد على حلفائها الإقليميّين.

ج - تقييد مبدأ سيادة الدولة

أصبحت المجالات الأساسية للسيادة الإقليمية مفتوحة ومُستباحة بفضل التقدم التكنولوجي، وأصبح الأقوى تكنولوجياً يتمتع بقدرة فائقة على اكتشاف ما يجري عند الآخرين ومعرفة أدق أسرارهم من دون استئذانهم. ونذكر على سبيل المثال عمليات التنصّت أو استراق السمع والتجسس والتقاط الصور بواسطة الأقمار الصناعية. والخطورة في مثل هذه التصرفات لا تكمن في إفراغ السيادة من مضمونها أو فاعليتها فحسب، بل تكمن أيضاً وأساساً في أنها لا تُعدّ خرقاً لقواعد القانون الدولي العام.

وتمتدّ الحرب إلى إقليم كل دولة مُحاربة. ويُمكن أن تمتدّ إلى أي إقليم آخر يُسهم في النشاط الحربي أو تستخدمه الدولة المُحاربة كنقطة تجمّع واستعداد لطائراتها بلا طيّار. فنطاق الحرب يشمل، بشكل أساسي، المجال الجوي، الذي يستوعب كلّ ما يُمكن أن يصل إليه الإنسان أو يُدركه.

فالتطوّرات العلميّة التي تسمح للطائرات بلا طيّار بالارتفاع مسافات بعيدة في الجو، وبعبور أجواء الدول بسرعة هائلة أحياناً، تجعل من الصعب، عملياً، ممارسة السيادة الوطنيّة على هذا المجال الجوي، وإخضاعه أو إخضاع أيّ جزء منه للتشريعات أو المراقبة المحليّة. ونظراً إلى صعوبة الرقابة أو استحالة تحديد أماكن الأجسام التي تسير في الجو وتدور حول الأرض بسرعة هائلة، فإنّ الدول لم تُبدِ، منذ أن غزت الطائرات بلا طيّار المجال الجوي، أيّ اعتراضٍ أو احتجاجٍ على تحليق هذه الأجسام فوق إقليمها. ولهذا تخلّت معظم الدول عن التشبُّث بفكرة السيادة.

د - تشبُّت المسؤولية الدوليّة

إنّ هناك شروطاً ثلاثة لقيام المسؤولية الدوليّة: وجود ضرر، ناجم عن عمل غير مشروع، إرتكبه دولة مُعيّنة. وتنتفي المسؤولية إذا كان الضرر نتيجة قوّة قاهرة، أو خطأ ارتكبه الدولة التي أصابها الضرر.

والنشاط الناجم عن استخدام الطائرات بلا طيّار المتطوّرة، والمُسبّب للضرر، قد يكون مشروعاً. ويُعتبر استخدام هذه الطائرات عملاً مشروعاً، إنّما بشروط. ولا يُنكر أحد مشروعيّة إستعمال الطائرات العملاقة بلا طيّار. وقد تتسبّب هذه الطائرات، عند استعمالها، في إحداث ضرر للبشر.

وهناك إتفاقيات دولية مهمّة إستندت إلى نظريّة المخاطر «ونصّت بوضوح على قيام المسؤولية بمجرد وقوع الضرر، ومن دون الحاجة إلى إثبات وجود فعل غير مشروع. ونذكر، على سبيل المثال، إتفاقيّة العام 1969، المتعلّقة بالتلوّث الناتج عن استغلال الموارد المعدنيّة في قاع البحار، وإتفاقيّة العام 1972، المتعلّقة بالمسؤوليّة عن الأضرار التي تُسبّبها أجسام تدور في الفضاء».

وفي عصر الطائرات بلا طيّار وما أفرزته من أضرار جسيمة تجاوزت حدود الدولة التي تستخدمها، تضاعفت أهميّة تلك المسؤولية، فراح رجال القانون يُطالبون بتطوير قواعدها حتى لا تقف القواعد التقليديّة عقبة في سبيل حصول من تُصيبهم هذه الأضرار على التعويض العادل. فالمفهوم التقليدي للمسؤوليّة لم يعد قادراً على التلاؤم مع الآثار والأضرار التي تُسبّبها الثورة العلميّة الحديثة، لأنّ الأضرار أصبحت خطيرة وشاملة، وإثبات الضرر أصبح صعباً، واستخدام التكنولوجيا أصبح مشروعاً.

إنّ أضرار الطائرات بلا طيار قد تحدث من دون أن يكون بالإمكان نسبة أي خطأ إلى الدولة المسؤولة عن الطائرة، فمن الصعب بمكان أن يكون للطائرات بلا طيار مظهر خارجي يدلّ على صفاتها وجنسيّتها ما يُعقّد عمليّة الإثبات (خاصّة تلك التي تكون الدولة قد اشترتها من الشركات المُصنّعة). فهل تتحمّل كلّ دولة طرف تُطلق أو تسمح بإطلاق أي طائرة بلا طيار في الجو، أو يُستخدم إقليمها أو منشآتها لعمليّة إطلاقٍ من هذا النوع، مسؤوليّةً دوليّةً عن الأضرار التي تُسبّبها هذه الطائرة أو أيّ من شظاياها، على الأرض أو في الجو، لأيّ دولة طرف أو لأي شخص من أشخاصها الطبيعيّين أو المعنويّين؟ وهل تحتفظ الدولة الطرف، التي أطلقت الطائرة بلا طيار في الجو، بالولاية والرقابة عليها خارج حدود الولاية الوطنيّة للدولة؟ وبعبارة أوضح: هل تتحمّل الدولة الطرف، التي أطلقت أو سمحت بإطلاق الطائرة بلا طيار من أرضها أو سمحت بعبور أجوائها، المسؤوليّة الدوليّة عن جميع الأضرار التي تنزل بالغير؟ وهل تبقى للشركة المُصنّعة ملكيّة مثل هذه الأجسام؟ وبسؤال موجز: من يتحمّل المسؤوليّة في هذه الحالة؟ وما هو أساس هذه المسؤوليّة؟

هـ - تغييب مبدأي الضرورة والإنسانيّة

لا يتخلّى القانون الدولي عن مهمّاته الإنسانيّة خلال الحروب. وهي تتجلّى في القواعد والضوابط التي يضعها للتخفيف من ويلات الحروب والمُنازعات المُسلّحة وآثارها، والحفاظ على مصالح الدول المُحايدة، وحماية المدنيين والأبرياء.

يُحْتَمَّ مبدأ الإنسانية حماية غير المحاربين من أهوال الحرب. و«يدعو هذا المبدأ إلى تجنُّب أعمال القسوة والوحشية في القتال طالما أنَّ استعمال هذه الأساليب لا يؤدي إلى تحقيق الهدف من الحرب، وهو إحراز النصر». فقتل الجرحى أو الأسرى، أو الاعتداء على النساء والأطفال، تُعدّ أعمالاً غير إنسانية وتخرج عن إطار أهداف الضرب من الجو.

ويقضي مبدأ الضرورة باستعمال وسائل العنف والقسوة بالقدر اللازم لتحقيق الغرض من الحرب، أي إرهاب العدو وإضعاف مقاومته وحمله على التسليم في أقرب وقتٍ ممكن. ولكن مبدأ الضرورة يخضع لقيود إنسانية تتجلى في وجوب مُراعاة القواعد الإنسانية في أساليب القتال، كالإقلاع عن الأساليب التي تزيد في آلام المُصابين، أو تُنزل أضراراً فادحة بغير المُقاتلين. فحالة الضرورة لا تُبيح، مثلاً، لأيّ طرف استخدام الأسلحة المحظورة دولياً، كالغازات السامة (الخانقة) والأسلحة النووية والبيولوجية، أو الإعتداء على المدنيين، أو مُهاجمة الأهداف المدنية، أو الإجهاز على الجرحى. ويكون مبدأ التوازن أو التناسب مُتوافراً عندما يُوازن العمل العسكري بين نتائجه والضرر المُحدث، أي أن يكون حجم العمل العسكري بحجم الضرر.

وشكَّك خبير مكافحة الإرهاب، دايفيد كيلكولن، في مدى توافر شرطي الضرورة والتناسب في عمليات الطائرات بلا طيار فالتناسب مفقود لأنَّ عدد ضحايا هذه الطائرات أكبر بكثير من الأشخاص المُستهدفين وقدَّر أنَّه مُقابل كل شخص مُستهدف يسقط حوالى 6 إلى 7 أشخاص لا ذنب لهم سوى وجودهم بجوار الشخص المُستهدف لحظة تنفيذ الاغتيال.

إنّ الركيزة الأولى للقانون الدولي الإنساني هي ضرورة التمييز، في كل وقت، بين المدنيين والعسكريين، حيث يحظر القانون على المتحاربين قتل المدنيين عمدًا، أو التسبّب بمعاناة لا طائل منها لغير أسباب الضرورة العسكريّة، وإلاّ عدّ هذا العمل جريمة حرب وانتهاكًا جسيمًا يستوجب المعاقبة. ومثال ذلك اغتيال أو قتل المدنيين.

وعلى هذا الأساس، لا يحقّ للمتحاربين استهداف المدنيين لأنهم من فئات الأشخاص المحميّين. ويُشكّل استهدافهم عمدًا جريمة حرب يُعاقب عليها.

ويُعرّف البروتوكول الأول الإضافي لاتفاقيات جنيف الأربع، الصادر العام 1977، المدني بأنه كلّ من هو ليس بمقاتل. «أمّا إذا ثار الشكّ حول ما إذا كان شخص ما مدنيًا أم غير مدني، فإنّ ذلك الشخص يُعدّ مدنيًا»

فالقاعدة في هذه الحالة هي تفسير الشك لمصلحة الشخص المحمي إلى أن يثبت العكس.

والإعتبارات التي تُبرّر قتل المدنيين هي فحسب مبدأ «الضرورة العسكريّة» وأن يكون نشاطهم غير المُعتاد قد «أسهم مساهمة فعّالة في العمل العسكري».

ولا تؤدّي المشاركة «غير المباشرة» التي تُساهم في المجهود الحربي لأحد المتحاربين، من دون أن تُسبّب ضررًا مُباشرًا، إلى فقدان هذه الحماية. فالمبدأ هو استمرار الحماية المُقرّرة للفئات المحميّة إلى أن يزول سبب منحها.

وهذه الحماية تتوقّف إذا قام الأشخاص المحميّون بأعمالٍ تُلحق ضررًا بالعدو، بشرط عدم استجابتهم للإنذارات المُوجّهة إليهم. فيفقد الشخص حماية القانون الدولي الإنساني إذا شارك «مباشرةً في الأعمال العدائيّة».

ونستنتج من كلّ ما تقدّم أنّ الاستهداف المُتعمّد للمدنيّين يُعدّ جريمة حرب في القانون الدولي الانساني. أمّا ادعاء بعض الدول بأنّ ما تقوم به هو مُحاربة الإرهاب، فهو لا يُبرّر قتل العدد الكبير من المدنيّين الأبرياء، كما سبق بيانه.

لقد حاولت المؤتمرات والمنظمات الدولية في العصر الحديث أن تضع قانونًا لتنظيم نشاط الطائرات بلا طيار وعمليّاتها، ولكن من دون أن تُكلّل جهودها بالنجاح.

وهذا يعني أنّ المبادئ حول استخدام الطائرات بلا طيار كوسيلة حرب لم ترقّ بعد إلى مرتبة القواعد القانونيّة الملزمة. وانتقالها إلى هذا الصعيد لا يتمّ إلّا عند تحوّلها إلى عرفٍ متواترٍ ومُستقرٍّ، أو عند تدوينها في اتفاقية دوليّة. وبما أنّ سرعة تطوير الطائرات بلا طيار لا تحتمل انتظار تبلور القواعد العرفيّة، فلا بدّ للبنان من اللّحاق بركب هذه التكنولوجيا الواعدة.

الطائرات المسيرة التكنولوجية ذات الوجهين

جرى تطوير أول طائرة بدون طيار في كلّ من بريطانيا والولايات المتحدة خلال الحرب العالمية الأولى، جرى اختبار الطائرة البريطانية، لأول مرة في مارس عام 1917، وهي طائرة صغيرة يُتحكم فيها عن طريق الراديو، أما اختبار الطائرة الأمريكيّة فجاء في أكتوبر من عام 1918، وعلى الرغم من أن كليهما أظهرت نتائج واعدة في اختبارات الطيران، فإنهما لم يُستخدما عمليًّا في أثناء الحرب.

وفي عام 1935، صنع البريطانيون عددًا من الطائرات التي يُتحكم فيها عن بُعد، لاستخدامها كأهداف لأغراض

التدريب، إذ بدأ ظهور مصطلح "طائرة بدون طيار"، وتتعدد أسماؤها الآن ما بين "الدرون" والطائرة المسيّرة والطائرة من دون طيار والزنانة، نُشرت طائرات الاستطلاع بدون طيار لأول مرة على نطاق واسع في حرب فيتنام، كشراك خداعية في القتال، ولإطلاق الصواريخ على أهداف ثابتة، وإلقاء المنشورات للعمليات النفسية.

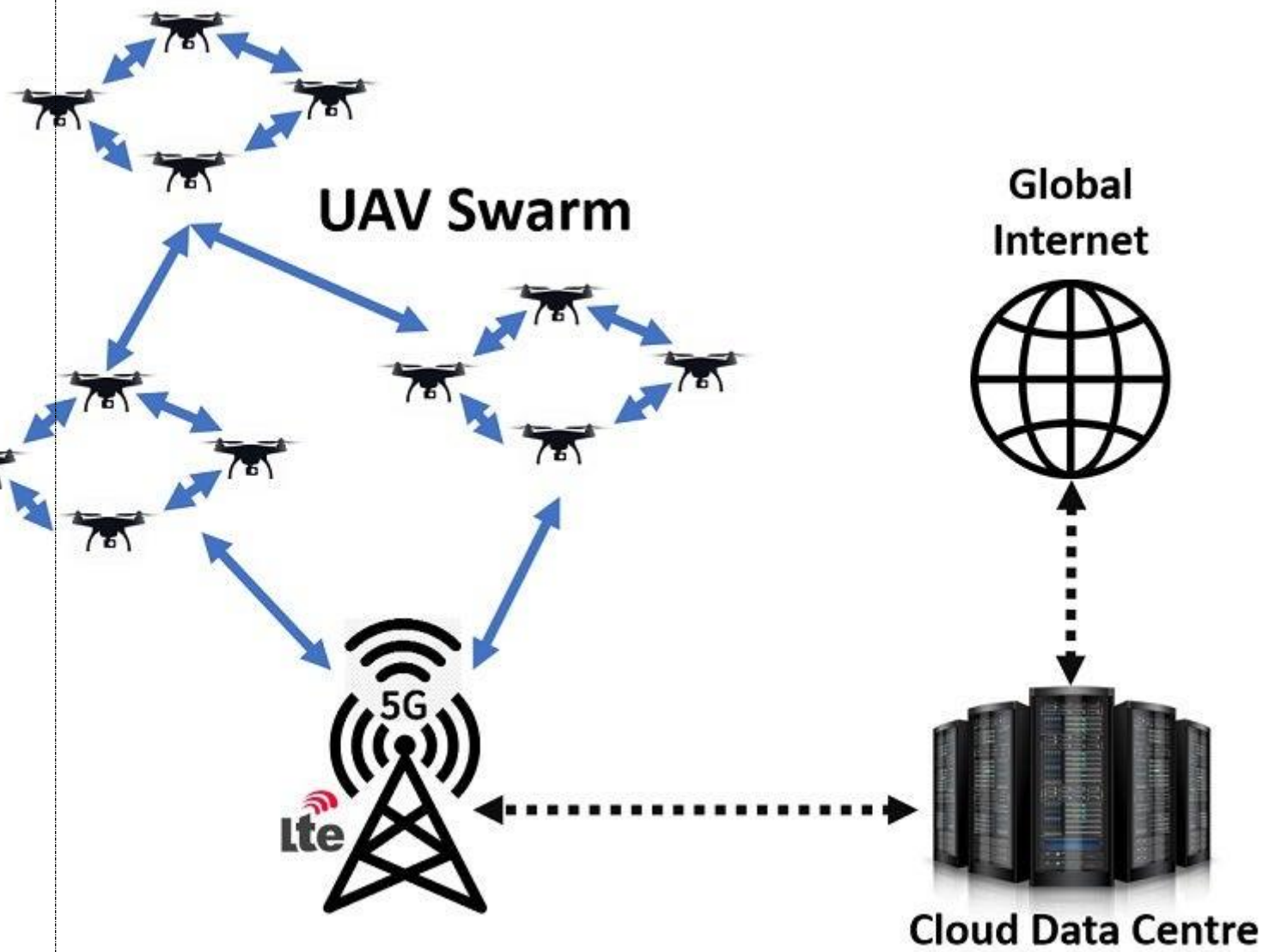
ومنذ هجمات الحادي عشر من سبتمبر، اعتمدت الولايات المتحدة على الطائرات بدون طيار في العديد من المهمات، خاصةً مهمات المراقبة في المناطق والتضاريس التي لا تستطيع القوات الذهاب إليها بأمان، كانت الطائرات المسيّرة المقاتلة في الماضي حكرًا على القوى العسكرية العظمى، ولكنها لم تعد كذلك في الوقت الحالي، كما بدأ استخدامها من قبل المتمردين في العديد من الدول، ويشير الخبراء العسكريون إلى أن الصين المصدر الرئيسي للطائرات المسيّرة المسلحة في جميع أنحاء العالم.

في السنوات الأخيرة، طُورت نماذج تستخدم تقنيات مثل الطاقة الشمسية لمعالجة مشكلة تزويد الرحلات الطويلة بالوقود، وتنوع مهمات الطائرات بدون طيار الآن، إذ تتجاوز الأغراض العسكرية إلى التطبيقات التجارية والبيئية وغيرها من الأغراض الأخرى، بدءًا من مكافحة الحرائق، ومراقبة تغيّر المناخ، ورصد ملوّثات الهواء، إلى إجراء عمليات البحث عقب وقوع الكوارث الطبيعية، ومتابعة البنية التحتية، ومراقبة خطوط الأنابيب، والتصوير الفوتوغرافي، وتسليم البضائع، ويمكن تطويرها لأداء مهمات تسليم الدواء وتلقيح الزهور، كما يمكن استخدامها في مراقبة الأحداث العامة والترفيهية وتغطية الإنترنت (على نطاق واسع) للمناطق النائية، لكن الاستخدام الأكثر شيوعًا هو من قبل الجيوش لعمليات الاستطلاع والمراقبة وإطلاق الهجمات الجوية.

ومع الانتشار الواسع لهذا النوع من التقنيات، بدأت العديد من الجهات البحثية في إطلاق عدة تحذيرات تتعلق بعملية التواصل فيما بينها في الفضاء لتفادي التصادم، وضرورة تجنب وقوعها في أيدي المتمردين والخارجين عن القانون، والحد من تأثيراتها السلبية على البيئة.

سرب الروبوتات

مؤخرًا، أجرى فريق من الباحثين بمعهد الابتكار التكنولوجي في دولة الإمارات دراسةً تضمنت مسح الأكثر شمولًا في العالم للجوانب المتعلقة بالطائرات المسيّرة (UAVs) "الدرون"، وخاصةً تحديات التواصل بينها وتطوير إمكانياتها وخصائص تصميمها، يقول ديباشيشا ميشرا -الباحث المساعد بقسم الإدارة الإستراتيجية بالمعهد- في بيان صحفي حصلت "للعلم" على نسخة منه: "إن تقنية الاتصالات بعيدة المدى للطائرة بدون طيار تعتمد اليوم على تكنولوجيا الأقمار الصناعية التابعة للجيش، وهذا مكلف للاستخدامات المدنية".



هناك العديد من التحذيرات تتعلق بعملية التواصل فيما بين الدرونز في الفضاء لتفادي التصادم

استكشفت الدراسة العديد من الأساليب اللاسلكية، ومنها تقنية الأقمار الصناعية وشبكات (واي فاي) Wi-Fi وشبكات الاتصالات الخلوية الحالية، وتبيّن أن الأقمار الصناعية باهظة الثمن، وأن شبكة واي فاي يقتصر نطاقها على بضع مئات من الأمتار، في حين توفر الشبكات الخلوية نطاقًا أكبر وقابليةً للتوسع على المدى الطويل، ولكن لا تزال هناك بعض المشكلات التي تحتاج إلى معالجة.

ويحاول الباحثون في المعهد تطوير نموذج جديد لتعليم أسراب الروبوتات كيفية تخصيص نفسها للمهام

بكفاءة، بحيث يمكن التحكم في العديد من الروبوتات لأداء مهمات أكثر صعوبة وباستقلالية حتى مع ضعف الاتصال الخارجي أو عدمه، وهذا التوجه سيسمح لأسراب الروبوت أو الطائرات المسيّرة بالعمل في بيئات مقيدة: مثل أعماق الأرض، أو خلف خطوط العدو، أو في الفضاء الخارجي.

تقول جيليا دي ماسي، الخبيرة في مركز أبحاث الروبوتات المستقلة في المعهد والباحث الرئيسي للدراسة التي نُشرت في دورية "[سوورم إنتليجنس](#)" أن تحليل أداء الروبوتات في مهمة جماعية (سرب) مثل الطائرات المسيّرة أظهر ضرورة تأمين توجيهها وعدم انحرافها عن المسار المحدد لها باتخاذ بعضها قرارات خطأ وتأثير ذلك على باقي السرب، وهو ما يستلزم التعاون متعدد التخصصات بين مراكز الأبحاث الخاصة بالروبوتات والأمن، لمعالجة واحدة من أهم القضايا الناشئة للنشر الواسع لأنظمة الروبوتات المتعددة في التطبيقات العملية، وتضيف: "نظرًا إلى أن كل فرد من أفراد السرب يمكنه إدراك التهديدات في بيئته المباشرة أو في بيئة الروبوتات المجاورة له، فيمكننا من خلال هذه التجربة إثبات أن السرب الكامل قادرٌ على التصدي للهجمات، إذا كانت معظم الروبوتات تعمل على النحو الأمثل، وتمنح هذه القدرة سرب الطائرات بدون طيار ميزةً أكبر مقارنةً باستخدام روبوت واحد، فإذا ما أصيب عن قصد سيعطل المهمة كلها.

قضايا الخصوصية والأمان

يقول "ميشرا" في تصريح لـ "العلم": "هناك العديد من التحديات التي يجب حلها قبل التصريح باستخدام طائرة بدون طيار، أهمها قضايا الخصوصية والأمان، وكذلك موثوقية الاتصال، وعملية تصحيح الأخطاء، بحيث لا

تعرض حياة الناس للخطر، موضحًا: "تخيل طائرة بدون طيار معيبة تسقط فوق شخص من السماء، لتصبح النتيجة كارثيةً وقاتلة، لذا فإن موثوقية الاتصال بين الطائرات بدون طيار، في مهمة جماعية (سرب)، وتوافر التغطية في كل مكان، والتحكم الفعال، هي بعض الجوانب المهمة التي تتطلب مستوىً عاليًا من الجهد البحثي والدراسة".

والتحدي الأكبر الذي يشير إليه البيان الصحفي يتعلق بالطبيعة الجوية للطائرات بدون طيار، إذ يشير معظم الهوائيات الخلوية الموجودة إلى الأرض، مما يربك اتصالاتها على ناحيتين: أولاً، التعامل مع الإشارات الأولية لتوفير اتصال موثوق به في الفضاء.

ثانيًا، قد تضطر الطائرات بدون طيار إلى التبديل عبر محطات قواعد متعددة بشكل متكرر، مما يؤدي إلى حدوث مشكلات في التسليم.

على سبيل المثال، قد تحصل طائرة بدون طيار، فوق محطة قاعدة مباشرة على إشارة أقوى من ثلاث محطات قاعدية متجاورة، فتؤدي عملية التبديل المستمر بين هذه الأجهزة الأخرى إلى فقد البضاعة والتسبب في حدوث تأخيرات وخلق نوعٍ من الفوضى، ترغب شركات مثل أمازون في استخدام طائرات بدون طيار، لنقل بضائع عالية القيمة بترددات أعلى، ولكن الأمر يحتاج إلى ضمانات أكثر لمنع المتسللين من اختطاف الطائرات لسرقة البضائع أو الطائرات ذاتها.



المخاطر البيئية للطائرات المسيرة

وفيما يتعلق بالمخاطر البيئية لارتفاع معدلات استخدام الطائرات بدون طيار حول العالم، توضح دي ماسي أن

أسراب الروبوتات لا تمثل مخاطر حقيقية على البيئة إذا استُخدمت بشكل صحيح.

وتظهر المخاطر في حالة لم يتم التخطيط للمهمة بعناية، كأن يفرغ شحن البطارية قبل أن يعود السرب إلى

وتضيف: "عادةً ما تكون الطائرات بدون طيار مزودةً بنظام تحديد المواقع العالمي (GPS)، ولكن إذا حدث خللٌ ما فإن أجزاء هذه الطائرات غير قابلة للتحلل، وقد تؤدي إلى تأثير بيئي، ولكنه احتمال بعيد".

اقتناء الطائرات المسيرة

وفيما يتعلق بتشريعات السماح باقتناء الطائرات المسيرة، يتوقع "ميشرا" أن تكون وكالات السلامة العامة، ووكالات توصيل الطرود والأدوية الطبية، وإنترنت الأشياء الصناعي (IIoT)، ومنظمات مراقبة البنية التحتية أول من يمتلك هذا النظام، مؤكدًا أهمية مراعاة الأبعاد الاجتماعية والاقتصادية قبل طرح تلك الطائرات الدرون، على نطاق تجاري للتطبيقات العامة، فيجب ضمان خصوصية وأمن الطائرة بدون طيار في أثناء المهمة؛ حتى لا يؤدي الوصول الفعلي للطائرات بدون طيار أو إلى نظام إدارة بيانات هذه الطائرات إلى زيادة مخاطر الخصوصية بسرقة البيانات أو وقوعها في أيدي الجماعات المسلحة، وهناك حقيقة مهمة أخرى هي ضرورة أن يضع مصمم الطائرة والشركة المصنعة في الاعتبار مدى قدرتها على التعامل مع نفسها عندما يفشل جهاز الاستشعار أو البرنامج الموجه لها.

وأشارت دراسة سابقة أجرتها مؤسسة ماعت للسلام والتنمية وحقوق الإنسان، تحت عنوان "انتهاكات بلا رادع، تداعيات استخدام الحوثيين للطائرات المسيرة على المدنيين في اليمن ودول الجوار" إلى ارتفاع وتيرة اقتناء الجماعات المتمردة والجماعات المسلحة والجماعات الفاعلة خارج الدولة للطائرات المسيرة أو ما يُعرف

بالطائرات بدون طيار، ويعزو ذلك إلى خفض تكلفتها؛ إذ تقدر تكلفة بعض الطائرات منها بنحو ثلاثة آلاف دولار بجانب سهولة الحصول عليها، فهي متاحة تجاريًا ويمكن لأي شخص شراء مكوناتها عبر منصات التسويق الإلكتروني.

كما انتشرت الدرونز للهواة وراغبي الطيران الشرعي، والنوع الأفضل والأرخص للهواة "SymaX5SC" يبلغ سعره 54 دولارًا أمريكيًا، أما للمبتدئين فقد طُرحت "Syma X5C" بسعر 30 دولارًا أمريكيًا، ولكن الأفضل من حيث وقت الطيران (25 دقيقة) هي "TYPHOON" من شركة "Yuneec"، ويصل سعرها إلى 1200 دولار.

وتتوافر تكنولوجيا الطائرات المسيّرة التجارية على نطاق واسع، ويمكن لأي شخص تصنيع طائرة مسيرة هجومية بكلفة لا تتجاوز بضع مئات من الدولارات، وبعض الجماعات الإرهابية لديها هذه القدرات، وقد أثار استخدامها في النزاعات الحالية وفي بعض البلدان معضلات قانونية وأخلاقية معقدة، خاصةً عندما ينتج عنها وفيات مدنية، إما بسبب البيانات غير الدقيقة أو بسبب قرب المدنيين من "الهدف".

ويرى الخبير الحقوقي الدولي إمكانية السيطرة على اقتناء الجماعات المسلحة للطائرات المسيّرة من خلال مجموعة من التدابير:

أولاً: تحديث اتفاقيات الحد من انتشار الأسلحة لتشمل التكنولوجيا المستخدمة في تصنيع الطائرات المسيّرة بدون طيار، بوضع بروتوكولات إضافية لهذه الاتفاقيات.

ثانيًا: وضع صك دولي يحظر وصول هذه الطائرات للجماعات المسلحة، وتتبع مهربي هذه الأنظمة إلى الجماعات

ثالثاً: فرض عقوبات على الدول والأشخاص التي تعمل على تهريب مكونات أنظمة الطائرات بدون طيار إلى

الجماعات المسلحة، وفضح السجل السيئ لتلك الدول على الصعيد الدولي.

رابعاً: تقديم الدعم الكافي لقوات خفر السواحل وإعادة بنائها في الدول التي تشهد نزاعات مسلحة، والتي غالباً ما

تنشط فيها أنشطة تهريب أنظمة الطائرات المسييرة، مثل الصومال واليمن.

تقتني دول المنطقة أعداداً متزايدة من الطائرات المسييرة، وتلجأ أكثر فأكثر في ذلك إلى الصين التي أصبحت أحد

المزودين الرئيسيين لهذا النوع من الطائرات خلال العشرية الأخيرة. وهذا حال الأردن والعراق. ومن جهتها، اشترت

السعودية مسيرتين صينيتين من نوع "سي إتش-4" في العام 2014، وخمسة من نوع "وينغ لونغ 2". وفي الوقت

نفسه، تعتزم الرياض تطوير صناعتها الخاصة في هذا المجال معتمدة على الشراكة مع شركة الصين للعلوم

والتقنيات الجو-فضائية، ومهمتها دعم المملكة في إنشاء مصنعها الخاص. ويشاع كذلك حصول الإمارات على

طائرات مسيرة صينية من نوع "وينغ لونغ 2" في العام 2017، على الرغم من أن السلطات الصينية والإماراتية

رفضت حتى الآن تأكيد هذه المعلومة

ثار هذا الحضور المتزايد للصين في سوق الطائرات المسييرة في الشرق الأوسط قلق واشنطن. فلطالما أبدى كل من

الكونغرس ووزارة الخارجية تحفظات تجاه تصدير هذه التكنولوجيا إلى الدول العربية. غير أن البنتاغون بدأت

في العام 2020 بيع الطائرات المسييرة "بريداتور" للإمارات و"ريبر" لقطر، في سياق عزمها الوقوف أمام اللجوء

المتزايد لشركائها الخليجيين للأسلحة الصينية زاعتمدت دول عدة في العشرية الأخيرة على صناعاتها الوطنية من أجل تطوير قدرات إنتاج ذاتية. وكان هذا حال إسرائيل التي تعد منذ وقت طويل فاعلاً رئيسياً في مجال تطوير الطائرات المسيرة، وأيضاً تركيا وإيران والجزائر وتبدو الحالة التركية هنا جديرة بالاهتمام لكونها تعكس سرعة تغير المشهد الإقليمي في بضع سنوات فقط. فقد حمل الخلاف السياسي بين تل أبيب وأنقرة في نهاية سنوات 2000 رجب طيب أردوغان على حث الصناعة التركية على تعزيز قدراتها الذاتية، خصوصاً من أجل تعويض المسيرة الإسرائيلية "هيرون" بنظام آخر تصنعه بنفسها. وخلال عشر سنوات بالكاد، انتقلت تركيا من مصاف المستوردين إلى صفوف مصدري الطائرات المسيرة، إذ صممت مصانعها قرابة 130 نموذجاً مختلفاً من بينها "بيرقدار تي بي 2"، التي أصبحت قصة نجاح حقيقية في مجال صناعة الأسلحة التركية، وقد لعبت هذه المسيرة دوراً تجاوز حدود البلد. بالنسبة لدول الخليج على غرار قطر والإمارات، تعد المسيرات وسيلة لتجاوز محدودية مواردها البشرية: تبلغ عدة الجيش القطري والإماراتي على التوالي 16.500 و63 ألف رجلٍ (من بينهم 2.000 و4.500 فقط للقوات الجوية). ويبقى التناقض صارخاً ما بين التطلعات الإقليمية لهذه الدول الصغيرة وحجم جيوشها الذي يعكس بدوره نتيجة منطقية للعدد المحدود من السكان المواطنين الذين يمكن تجنيدهم. ومن شأن هذا المعيار الديموغرافي تفسير الاستعانة بالروبوتات والذكاء الصناعي كمحور أساسي في السياسات الأمنية لهذه الدول، سواء في الداخل (كما رأينا ذلك في استخدام "الشرطي الآلي" في دبي) أو في الخارج (بنشر الطائرات المسيرة) ويتيح تطوير أسطول من الطائرات المسيرة لدول الشرق الأوسط التدخل أكثر خارج الحدود. ويمكن

للطائرات المسيّرة القيام بمهام الاستطلاع لجمع المعلومات، أو أن يتم استخدامها في ضربات موجهة ضد خصومها في غزة ولبنان. ولئن كانت هذه الأجهزة لا تُعوض تماماً القوات الجوية أو القوات الخاصة الإسرائيلية، فقد أصبحت بالنسبة لأصحاب القرار في إسرائيل الخيار المفضل في الحالات التي تعد أكثر تعقيداً وخطورة. كما نجد مقارنة مماثلة في تركيا، حيث يستعمل جيش أردوغان طائراته المسيّرة أكثر فأكثر في إطار حملته الجوية ضد المجموعات الكردية في سورية وفي العراق.

من الصعب معرفة من يتحكم بالطائرة المسيّرة حتى لو كانت تطير أمام ناظري ربانها، فرؤية الطائرة المسيّرة لا تعني أن بإمكاننا رؤية ربانها، وعندما تكون الطائرة على بعد مئات الأقدام في الجو فإن ربانها قد يكون في أي مكان وهي تقدم حلول عديدة متاحة حالياً لتعريف الطائرات عن بعد، وعن طائرات مسيّرة لتنظيم حركة المرور الجوي، وعن مخاوف جهات إنفاذ القانون.

ورغم أن معظم الطائرات المسيّرة التي يزيد وزنها على نصف باوند (227 غرام تقريباً) مسجلة، لكن رقم التعريف في الطائرة لا يمكن تقريباً رؤيته من الأرض. وليست كل الطائرات المسيّرة التي يزيد وزنها على نصف باوند مسجلة، خاصة أن المحكمة الاتحادية قضت بأن إدارة الطيران لا تملك سلطة طلب تسجيل الطائرات المسيّرة المستخدمة للترفيه.

في المستقبل ، من المتوقع استخدام عدد كبير من الطائرات بدون طيار في مختلف المجالات ، بما في ذلك الخدمات اللوجستية ، والخدمات البريدية ، والأمن ، والتحقيق في الكوارث ، والتفتيش ، والمسح ، والزراعة.

في عالم يشهد حركة مرور كثيفة للطائرات بدون طيار ، نحتاج إلى الحصول على خطط الطيران وحالات الطيران لجميع الطائرات بدون طيار وتوفير دعم إدارة متكامل للطائرات بدون طيار لمنع التصادمات والمخاطر الأخرى بشكل فعال وضمان التشغيل الآمن للطائرات بدون طيار. نحتاج أيضًا إلى توفير معلومات الطقس والمعلومات المكانية ثلاثية الأبعاد للتضاريس والمباني لمشغلي الطائرات بدون طيار.

يجري البحث والتطوير في مشروع نظام إدارة حركة الطائرات بدون طيار في مشروع الطائرات بدون طيار والروبوتات من أجل المجتمعات المستدامة بيئيًا (DRESS) في ظل هذه الظروف.

يهدف نظام إدارة حركة الطائرات بدون طيار إلى السماح للعديد من الطائرات بدون طيار بمشاركة المجال الجوي بأمان وكفاءة من خلال تجميع المعلومات الخاصة بالمجال الجوي الخاضع للرقابة والطائرات بدون طيار التي تحلق في هذا المجال الجوي ، والحصول على المعلومات المكانية والطقس ، وتوفير دعم إدارة الرحلة للطائرات بدون طيار القابلة للتطبيق بناءً على هذه المعلومات.

تتكون بنية نظام إدارة حركة الطائرات بدون طيار ، الذي تم تطويره في هذا المشروع بناءً على التصميم العام الذي أنشأته ، من وظيفة إدارة حركة المرور المتكاملة ووظيفة توفير المعلومات ووظيفة إدارة حركة المرور التي تتصل بهذه الوظائف.

أدى الانفجار السكاني إلى زيادة كبيرة في عدد المركبات على الطرق مما أدى إلى ازدحام مروري مكثف ، خاصة خلال ساعات العمل في الذروة. إلى جانب ذلك ، يحدث قطع شديد في المياه في جميع أنحاء المدن خلال الرياح الموسمية ، مما يؤدي إلى تفاقم ظروف حركة المرور.

وبالتالي يحتاج المخططون الحضريون إلى تحليل كثافة حركة المرور وسعة الطرق وتدفق حركة المرور لرسم استراتيجيات للحد من الازدحام الحضري سيؤدي ذلك إلى تحسين أوقات المرور وتقليل استهلاك الوقود وقد يحل المشكلات البيئية التي تؤثر على المناطق الحضرية.

كان الهدف الرئيسي من البحث هو تنفيذ حل برمجي تجريبي لتحليل الفيديو. كان جوهر الخدمة المقترحة هو جلب المعلومات من مقاطع الفيديو المسجلة من منظور الطائرات بدون طيار. ومع ذلك ، يمكن أيضا استخدام البيانات من الكاميرات الثابتة كمدخلات.

أثبت التحقق التجريبي أن السلوك الحقيقي لحل البرنامج ناجح. تضمن الجزء الأول من التحقق تقييم الأداء مع التركيز على استخدام التحسينات مثل اكتشاف الحركة ومنطقة الاهتمام وما إلى ذلك. لقد أكدنا أن التحسينات تقلل من متطلبات الأجهزة. تم إثبات أعلى استقرار للكشف عن YOLOv4 مقارنة ب-Faster R-

CNN ResNet-50 FPN بنجاح. كما تم تقييم خوارزمية تتبع الاجسام البسيطة المقترحة. نستنتج أن النهج

المقترح يعمل كما هو متوقع مع نتائج مقبولة وأعلى من المتوسط بدقة تبلغ حوالي 90٪ في سيناريو العينة #1

ودقة من 95٪ إلى 100٪ في سيناريو العينة # 2. كانت الدقة في حالة السيناريوهات الأربعة الأخرى 100٪.

يمكن للطائرات بدون طيار الانتقال إلى أجزاء مختلفة من المدينة وإجراء التسجيلات في وقت كاف. على

العكس من ذلك ، تؤدي ظروف الرياح غير المواتية إلى حركة كاميرا كبيرة ، مما قد يشوه النتائج. تقلل التدابير

المضادة المقترحة بشكل بارز من تدهور البيانات من خلال بنيتها وتحسيناتها.

نتيجة للتنقل ، هناك تحسين في عملية الكشف وخوارزمية التتبع البسيطة الخاصة بنا. الحل الشامل يجعل

جمع حركة المرور الزمنية أسهل وأكثر كفاءة. وفي الوقت الراهن، يجري هذا الرصد يدويا في الجمهورية

السلوفاكية عن طريق عد المركبات أو باستخدام كاميرات المرور الثابتة، التي تتطلب بنية تحتية قائمة

بالفعل.

يمكن توسيع الحل التجريبي المقترح وتوفير المزيد من البيانات من البيئة الحقيقية - على سبيل المثال ،

استخدام الشبكات العصبية للكشف عن ألوان السيارات أو طرازات السيارات أو فئات الاجسام الأخرى.

يمكننا أيضا إزالة خلفية الصور التي تمثل السيارات المكتشفة باستخدام Mask R-CNN ، والذي يهدف إلى

تجزئة المثل. مهمة مهمة هي تعديل بنية الشبكة العصبية والتدريب اللاحق للتكيف مع الأشياء الصغيرة.

تضمنت المدخلات من الطائرات بدون طيار التي أجريت كجزء من هذا البحث ، ظروفًا جوية مواتية ، أي

مشمسة في الغالب ، مع عدم وجود رياح أو اضطرابات خارجية أخرى. ستغطي التحسينات الإضافية المرتبطة مباشرة بالطائرات بدون طيار التدابير المضادة للاضطرابات الناجمة عن الطقس (الرياح أو الضباب أو

المطر).

- علي نجيدة، النظرية العامة للالتزام، الكتاب الأول: مصادر الالتزام، دار النهضة العربية، القاهرة، 2004م.
- فاروق إبراهيم جاسم، القانون الجوي، منشورات الحلبي الحقوقية، بيروت، 2017م.
- عبد الله فتحي عبد الرحيم، شرح النظرية العامة للالتزام، الكتب الأول: مصادر الالتزام، منشأة المعارف، الإسكندرية، 2006م.
- طالب حسن موسى، القانون الجوي الدولي، دار الثقافة للنشر والتوزيع، عمان، 2013م.
- عبد الله إبراهيم موسى، المسؤولية عن السلامة في الطيران المدني من خلال الأنظمة والقوانين المعاصرة، منشورات الحلبي الحقوقية، بيروت، 2015م.
- محمد المجذوب، الوسيط في القانون الدولي العام، منشورات الحلبي الحقوقية، بيروت، 2018م.
- محمد عبد الرحمن الدسوقي، حماية الطيران المدني من الأنشطة العسكرية للدول في ضوء قواعد القانون الدولي العام، منشورات الحلبي الحقوقية، بيروت، 2012م.
- محمود محمد عبابنه، أحكام عقد النقل: النقل البحري، النقل البري، النقل الجوي، دار الثقافة للنشر والتوزيع، عمان، 2018م.

- Chodorek, A.; Chodorek, R.R.; Yastrebov, A. The Prototype Monitoring System for Pollution Sensing and Online Visualization with the Use of a UAV and a WebRTC-Based Platform. *Sensors* **2022**, *22*, 1578. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- Guimarães, N.; Pádua, L.; Adão, T.; Hruška, J.; Peres, E.; Sousa, J.J. VisWebDrone: A Web Application for UAV Photogrammetry Based on Open-Source Software. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* **2020**, *9*, 6
- Adrian Branco, États unis: Tous les drones devront avoir une plaque d'immatriculation, le 15/12/2015, sur le site, hightech.bfmtv.com/produit
- Alejandro Murrieta Mendoza, Ruxandra Botez, réduire les émissions de CO₂ des avions commerciaux, le 16/12/2014, sur le site, substance.etsmtl.ca
- Anaïs Brosseau, l'endurance des drones un atout pour l'armée Française, le 25/07/2014, sur le site, www.la-croix.com
- Audrey Garric, Quel est l'impact des avions sur le changement climatique?, le 10/09/2010,

sur le site, ecologie.blog.lemonde.fr/2010

- Shvetsova, S.; Shvetsov, A. Ensuring safety and security in employing drones at airports. *J. Transp. Secur.* **2021**, *14*, 41–53. [[CrossRef](#)]
- Lyovin, B.; Shvetsov, A.; Setola, R.; Shvetsova, S.; Tesei, M. Method for remote rapid response to transportation security threats on high speed rail systems. *Int. J. Crit. Infrastruct.* **2019**, *15*, 324–335. [[CrossRef](#)]
- Zhang, P.; Zhong, Y.; Li, X. SlimYOLOv3: Narrower, Faster and Better for Real-Time UAV Applications. In Proceedings of the 2019 IEEE/CVF International Conference on Computer Vision Workshop (ICCVW), Seoul, Korea, 27–28 October 2019. [[CrossRef](#)]
- Redmon, J.; Divvala, S.; Girshick, R.; Farhadi, A. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Las Vegas, NV, USA, 27–30 June 2016. [[CrossRef](#)]

- Bochkovski, A.; Wang, C.; Liao, H. YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection. *arXiv* **2020**, arXiv:2004.10934.
- Qiu, Z.; Zhu, X.; Liao, C.; Shi, D.; Qu, W. Detection of Transmission Line Insulator Defects Based on an Improved Lightweight YOLOv4 Model. *Appl. Sci.* **2022**, *12*, 1207. [[CrossRef](#)]
- Lin, H.-Y.; Tu, K.-C.; Li, C.-Y. VAID: An Aerial Image Dataset for Vehicle Detection and Classification. *IEEE Access* **2020**, *8*, 212209–212219. [[CrossRef](#)]
- Chang, B.R.; Tsai, H.-F.; Lyu, J.-L. Drone-Aided Path Planning for Unmanned Ground Vehicle Rapid Traversing Obstacle Area. *Electronics* **2022**, *11*, 1228. [[CrossRef](#)]
- Huang, L.; Qiu, M.; Xu, A.; Sun, Y.; Zhu, J. UAV Imagery for Automatic

Multi-Element Recognition and Detection of Road Traffic Elements.

Aerospace **2022**, *9*, 198. [[CrossRef](#)]

- Liu, W.; Anguelov, D.; Erhan, D.; Szegedy, C.; Reed, S.; Fu, C.-Y.; Berg,

A.C. SSD: Single shot multibox detector. In Proceedings of the

Computer Vision—ECCV, Amsterdam, The Netherlands, 8–16

October 2016; pp. 21–37.

- Chiu, Y.-C.; Tsai, C.-Y.; Ruan, M.-D.; Shen, G.-Y.; Lee, T.-T. Mobilenet-

SSDv2: An Improved Object Detection Model for Embedded

Systems. In Proceedings of the 2020 International Conference on

System Science and Engineering (ICSSE), Kagawa, Japan, 31 August–

3 September 2020. [[CrossRef](#)]

- Xie, X.; Cao, G.; Yang, W.; Liao, Q.; Shi, G.; Wu, J. Feature-fused SSD: Fast

detection for small objects. In Proceedings of the Ninth International

Conference on Graphic and Image Processing (ICGIP 2017), Qingdao, China, 14–16 October 2017.

- Veeranampalayam Sivakumar, A.N.; Li, J.; Scott, S.; Psota, E.; Jhala, A.; Luck, J.D.; Shi, Y. Comparison of Object Detection and Patch-Based Classification Deep Learning Models on Mid- to Late-Season Weed Detection in UAV Imagery. *Remote Sens.* **2020**, *12*, 2136. [[CrossRef](#)]
- Wei, B.; Barczyk, M. Experimental Evaluation of Computer Vision and Machine Learning-Based UAV Detection and Ranging. *Drones* **2021**, *5*, 37. [[CrossRef](#)]
- Lin, T.-Y.; Goyal, P.; Girshick, R.; He, K.; Dollar, P. Focal loss for dense object detection. In Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), Venice, Italy, 22–29 October 2017.
- Li, Y.; Dua, A.; Ren, F. Light-Weight RetinaNet for Object Detection.

*arXiv***2019**, arXiv:1905.10011.

- Ahmad, M.; Abdullah, M.; Han, D. Small object detection in aerial imagery using RetinaNet with anchor optimization. In Proceedings of the 2020 International Conference on Electronics, Information and Communication (ICEIC), Barcelona, Spain, 19–22 January 2020.

[[CrossRef](#)]

- Psiroukis, V.; Espejo-Garcia, B.; Chitos, A.; Dedousis, A.; Karantzalos, K.; Fountas, S. Assessment of Different Object Detectors for the Maturity Level Classification of Broccoli Crops Using UAV Imagery. *Remote Sens.* **2022**, *14*, 731. [[CrossRef](#)]

- Ren, S.; He, K.; Girshick, R.; Sun, J. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks. *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.* **2017**, *39*, 1137–1149. [[CrossRef](#)]

- Xu, Y.; Yu, G.; Wang, Y.; Wu, X.; Ma, Y. Car detection from low-altitude

UAV imagery with the faster R-CNN. *J. Adv. Transp.* **2017**,
2017, 2823617. [[CrossRef](#)]

- Avola, D.; Cinque, L.; Diko, A.; Fagioli, A.; Foresti, G.L.; Mecca, A.;

Pannone, D.; Piciarelli, C. MS-Faster R-CNN: Multi-Stream Backbone
for Improved Faster R-CNN Object Detection and Aerial Tracking
from UAV Images. *Remote Sens.* **2021**, *13*, 1670. [[CrossRef](#)]

- Piedad, E.J.; Le, T.-T.; Aying, K.; Pama, F.K.; Tabale, I. Vehicle count

system based on time interval image capture method and deep
learning mask R-CNN. In Proceedings of the TENCON 2019—2019
IEEE Region 10 Conference (TENCON), Kochi, India, 17–20 October
2019. [[CrossRef](#)]

- Wang, H.; Yu, Y.I.; Cai, Y.; Chen, X.; Chen, L.; Liu, Q. A comparative study

of state-of-the-art deep learning algorithms for vehicle detection. *IEEE*

Intell. Transp. Syst. Mag. **2019**, *11*, 82–95. [[CrossRef](#)]

- Pexels Videos. Free Stock Videos. Available online:

<https://www.pexels.com/videos> (accessed on 14 April 2021).

- Jayaweera, H.M.P.C.; Hanoun, S. Path Planning of Unmanned Aerial

Vehicles (UAVs) in Windy Environments. *Drones* **2022**,

6, 101. [[CrossRef](#)]

- Yeom, S. Long Distance Ground Target Tracking with Aerial Image-to-

Position Conversion and Improved Track Association.

Drones **2022**, *6*, 55. [[CrossRef](#)]

- Neupane, B.; Horanont, T.; Aryal, J. Real-Time Vehicle Classification

and Tracking Using a Transfer Learning-Improved Deep Learning

Network. *Sensors* **2022**, *22*, 3813. [[CrossRef](#)]

- Li, Y.; Wang, J.; Huang, J.; Li, Y. Research on Deep Learning Automatic

Vehicle Recognition Algorithm Based on RES-YOLO Model. *Sensors*

2022, *22*, 3783. [[CrossRef](#)]

- Chai, J.; Hao, Z.; Li, A.; Ngai, E. Deep learning in computer vision: A

critical review of emerging techniques and application scenarios.

Mach. Learn. Appl. **2021**, *6*, 100134. [[CrossRef](#)]