

(19)



(11)

**EP 3 407 324 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**09.02.2022 Patentblatt 2022/06**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**G08G 1/01 (2006.01) G08G 1/04 (2006.01)**  
**G08G 5/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **18172233.1**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**G08G 1/04; G08G 1/0112; G08G 5/0013;**  
**G08G 5/0069; G08G 5/0078; G08G 1/054**

(22) Anmeldetag: **15.05.2018**

(54) **VERFAHREN ZUM ÜBERWACHEN EINES FAHRZEUGS MITTELS ZUMINDEST EINES UNBEMANNTEN LUFTFAHRZEUGS, STEUERGERÄT UND UNBEMANNTES LUFTFAHRZEUG**  
METHOD FOR MONITORING A VEHICLE BY MEANS OF AT LEAST ONE UNMANNED AERIAL VEHICLE, CONTROL DEVICE AND UNMANNED AERIAL VEHICLE  
PROCÉDÉ DE SURVEILLANCE D'UN VÉHICULE AU MOYEN D'AU MOINS UN VÉHICULE AÉRIEN SANS PILOTE, APPAREIL DE COMMANDE ET VÉHICULE AÉRIEN SANS PILOTE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

- **Reiß, Maik**  
**31275 Ahlten (DE)**
- **Schiffer, Lukas**  
**50968 Köln (DE)**
- **Leijssen, Marco**  
**82194 Gröbenzell (DE)**
- **Kienitz, Stefan**  
**47249 Duisburg (DE)**

(30) Priorität: **17.05.2017 DE 102017208333**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**28.11.2018 Patentblatt 2018/48**

(74) Vertreter: **Waldauf, Alexander**  
**Jenoptik AG**  
**Carl-Zeiß-Straße 1**  
**07743 Jena (DE)**

(73) Patentinhaber: **Jenoptik Robot GmbH**  
**40789 Monheim (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Lehning, Michael**  
**31137 Hildesheim (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A1- 3 112 967 WO-A1-2016/015251**  
**US-A1- 2010 250 022 US-A1- 2016 078 759**

**EP 3 407 324 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Überwachen eines

**[0002]** Fahrzeugs mittels zumindest eines unbemannten Luftfahrzeugs und eines weiteren unbemannten Luftfahrzeugs.

**[0003]** Die EP 3 112 967 A1 und die US 2010/0250022 A1 offenbaren ein Verfahren zum Überwachen eines Fahrzeugs mittels zumindest eines unbemannten Luftfahrzeugs, wobei das Luftfahrzeug eine Sensoreinrichtung zum Erfassen des Fahrzeugs aufweist. Das Verfahren umfasst hierbei einen ersten Schritt des Ermitteln einer Messposition A unter Verwendung von Daten, die eine vorherige Erfassung des

**[0004]** Fahrzeugs repräsentieren. Ferner umfasst das Verfahren einen zweiten Schritt des Bereitstellens eines Steuersignals zum Steuern des Luftfahrzeugs in die Messposition A über eine Kommunikationseinrichtung zur drahtlosen Kommunikation mit dem zumindest einem Luftfahrzeug, um das Fahrzeug von der Messposition A aus zu erfassen. Ferner umfasst das Verfahren einen Schritt des Empfangens eines Messsignals, das eine Erfassung des Fahrzeugs durch die Sensoreinrichtung 106 von der Messposition A aus repräsentiert, wobei in einem Schritt des Auswertens das Messsignal und das ausgewertet wird, um das Fahrzeug zu überwachen, wobei im Schritt des Empfangens das Messsignal ein durch Auslesen einer On-Board-Unit des Fahrzeugs bereitgestelltes Signal repräsentiert. US2016/0078759 A1 befasst sich mit einem Verfahren zur Überwachung eines Fahrzeugs unter mittels eines unbemannten Luftfahrzeugs. Dabei können ein oder mehrere erste Bilder von einer ersten Kamera des ersten unbemannten Luftfahrzeugs, das sich an einem ersten Ort befindet, empfangen werden. Es kann festgestellt werden, ob eine eindeutige Kennung des Fahrzeugs in mindestens einem der einen oder mehreren ersten Bilder nicht identifizierbar ist. Das unbemannte Luftfahrzeug kann dann neu positioniert werden, um ein oder mehrere zweite Bilder des Fahrzeugs von der neuen Position aus aufzunehmen. Die eindeutige Kennung des Fahrzeugs kann dann auf der Grundlage von mindestens einem der ein oder mehreren zweiten Bilder bestimmt werden. An der zweiten Position kann auch ein zweites Luftfahrzeug positioniert werden.

**[0005]** Verkehrsüberwachungsgeräte sind statisch aufgestellt, sodass die relevanten Messschritte und die Dokumentation von Verkehrsverstößen anhand von Bildern von relativ kurzen Zeitfenstern abhängig sind, in denen beispielsweise freie Sicht auf das zu überwachende Fahrzeug besteht und dieses nicht von Nachbarfahrzeugen überdeckt ist. Oftmals wird ein System für mehrere Fahrspuren verwendet, sodass aufgrund der Aufstellposition Unterschiede in der Bildqualität in Abhängigkeit von den Fahrspuren resultieren. Im Bereich der Section-Control-Messungen, auch P2P-Messungen genannt, sind ebenfalls fixe, d. h. statische Messanordnungen bekannt.

**[0006]** Vor diesem Hintergrund schafft die vorliegende Erfindung ein verbessertes Verfahren zum Überwachen eines Fahrzeugs mittels zumindest eines unbemannten Luftfahrzeugs und einen Computerprogrammprodukt gemäß den Hauptansprüchen. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

**[0007]** Es wird ein Verfahren zum Überwachen eines Fahrzeugs mittels zumindest eines unbemannten Luftfahrzeugs und eines weiteren unbemannten Luftfahrzeugs vorgestellt, wobei jedes unbemannte Luftfahrzeug eine Sensoreinrichtung zum Erfassen des Fahrzeugs aufweist, wobei das Verfahren Schritte gemäß Anspruch 1 umfasst:

Unter einem unbemannten Luftfahrzeug kann ein Luftfahrzeug in Form einer Drohne, beispielsweise in Form

eines Quadropters, verstanden werden. Das Luftfahrzeug und das weitere Luftfahrzeug können beispielsweise autonom fliegen oder durch ein externes Steuergerät fernsteuerbar sein. Unter einer Kommunikationseinrichtung kann eine Sende- oder Empfangseinheit zum drahtlosen Senden oder Empfangen von Daten, etwa über Funk oder WLAN, verstanden werden. Das Luftfahrzeug und das weitere Luftfahrzeug können unabhängig voneinander steuerbar sein. Die Kommunikationseinrichtung kann als Komponente des Steuergeräts realisiert sein. Das Steuergerät kann beispielsweise Teil eines stationären oder mobilen Verkehrsüberwachungsgerätes zum Überwachen von Fahrzeugen sein. Das Luftfahrzeug und das weitere Luftfahrzeug können direkt oder indirekt miteinander vernetzt oder vernetzbar sein und beispielsweise Mitglieder eines Drohnenverbands sein. Bei den Daten aus der vorherigen Erfassung kann es sich etwa um eine erstmalig erfasste Position, Geschwindigkeit oder Klasse des Fahrzeugs handeln. Unter einer Messposition oder einer weiteren Messposition kann eine Position verstanden werden, in der das Fahrzeug mit ausreichend hoher Genauigkeit erfasst werden kann, d. h., in der eine jeweilige Messstrecke zwischen Luftfahrzeug und Fahrzeug möglichst unbeeinträchtigt ist. Die Messposition oder die weitere Messposition kann kontinuierlich ermittelt werden, um eine dynamische Änderung der Messposition oder der weiteren Messposition zu ermöglichen.

**[0008]** Der hier beschriebene Ansatz beruht auf der Erkenntnis, dass ein Fahrzeug mittels zumindest einem unbemannten Luftfahrzeug und einem weiteren unbemannten Luftfahrzeug erfasst und überwacht werden kann.

**[0009]** Dadurch kann auch bei hohen Geschwindigkeiten des Fahrzeugs eine ausreichend genaue Erfassung des Fahrzeugs gewährleistet werden. Insbesondere können dadurch bei mehrspurigen Fahrbahnen optimale

Foto- und Messpunkte ohne Abschattungen, etwa durch benachbarte Fahrzeuge, ermittelt werden, sodass gesonderte Messsysteme zur Erfassung einzelner Fahrspuren entfallen können. Durch eine dynamische Anpassung der Messpositionen der Luftfahrzeuge kann zudem ein Auslesefenster zum Auslesen von Daten einer On-Board-Unit deutlich verlängert werden. Dadurch können Lesefehler vermieden werden. Auch kann dadurch eine kosten- und zeitaufwendige Nachverfolgung des zu überwachenden Fahrzeugs mittels eines Einsatzfahrzeugs entfallen. Ein weiterer Vorteil des hier vorgestellten Ansatzes besteht in der Möglichkeit, Messungen aus der Vogelperspektive durchzuführen und somit eine Gesamtübersicht über Verkehrsdelikte in einem bestimmten Überwachungsabschnitt zu erlangen.

**[0010]** Das Verfahren umfasst einen Schritt des Empfangens eines Messsignals, das eine Erfassung des Fahrzeugs durch die Sensoreinrichtung von der Messposition aus repräsentiert, und eines weiteren Messsignals, das eine Erfassung des Fahrzeugs durch die weitere Sensoreinrichtung von der weiteren Messposition aus repräsentiert. In einem Schritt des Auswertens werden das Messsignal und das weitere Messsignal ausgewertet, um das Fahrzeug zu überwachen. Das Messsignal und das weitere Messsignal können eine Geschwindigkeit und beispielsweise ein Bild, einen Sicherheitsabstand, oder eine Position des Fahrzeugs repräsentieren. Dadurch kann eine zuverlässige und genaue Überwachung des Fahrzeugs sichergestellt werden.

**[0011]** Dabei repräsentiert im Schritt des Ermittlens die Messposition einen Anfangspunkt einer Abschnittskontrollstrecke, während die weitere Messposition einen Endpunkt der Abschnittskontrollstrecke repräsentiert. Dementsprechend werden im Schritt des Auswertens das Messsignal und das weitere Messsignal ausgewertet, um eine Durchschnittsgeschwindigkeit des Fahrzeugs zu ermitteln. Unter einer Abschnittskontrollstrecke kann ein Streckenabschnitt verstanden werden, auf dem eine Abschnittskontrolle, d. h. eine Punkt-zu-Punkt-Messung, durchgeführt wird, um das Fahrzeug zu erfassen. Durch diese Ausführungsform wird eine zuverlässige Geschwindigkeitsüberwachung des Fahrzeugs ermöglicht.

**[0012]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann im Schritt des Empfangens ein Positionssignal, das eine Ist-Position des Luftfahrzeugs bei der Erfassung des Fahrzeugs von der Messposition aus repräsentiert, empfangen werden. Zusätzlich oder alternativ kann ein weiteres Positionssignal, das eine Ist-Position des Luftfahrzeugs und/oder des weiteren Luftfahrzeugs bei der Erfassung des Fahrzeugs von der weiteren Messposition aus repräsentiert, empfangen werden. Im Schritt des Auswertens können das Messsignal und das weitere Messsignal unter Verwendung des Positionssignals oder, zusätzlich oder alternativ, des weiteren Positionssignals ausgewertet werden. Dadurch können beispielsweise Abweichungen zwischen der jeweiligen Ist- und Messposition der Luftfahrzeuge bei der Erfassung des

Fahrzeugs mit berücksichtigt werden. Somit kann die Zuverlässigkeit des Verfahrens erhöht werden.

**[0013]** Das Messsignal und das weitere Messsignal repräsentieren ein durch Auslesen einer On-Board-Unit des Fahrzeugs bereitgestelltes Signal. Unter einer On-Board-Unit kann ein in das Fahrzeug eingebautes Funkgerät zum Übertragen von Fahrzeugdaten wie etwa Kennzeichen oder Standort oder von Daten zum Abrechnen von Mautgebühren durch drahtlose Kommunikation verstanden werden. Dadurch kann das Verfahren zum Auslesen von On-Board-Units eingesetzt werden.

**[0014]** Es ist ferner vorteilhaft, wenn im Schritt des Ermittlens eine Position zum Erfassen des Fahrzeugs aus einer Vogelperspektive als die Messposition oder die weitere Messposition ermittelt wird. Dadurch können Beeinträchtigungen bei der Signalübertragung, beispielsweise durch Abschattungen, vermieden werden.

**[0015]** Dieses Verfahren kann beispielsweise in Software oder Hardware oder in einer Mischform aus Software und Hardware, beispielsweise in einem Steuergerät, implementiert sein.

**[0016]** Der hier vorgestellte Ansatz kann ferner ein Steuergerät schaffen, das ausgebildet ist, um die Schritte einer Variante eines hier vorgestellten Verfahrens in entsprechenden Einrichtungen durchzuführen, anzusteuern bzw. umzusetzen. Auch durch diese nicht erfindungsgemäße Ausführungsvariante in Form eines Steuergeräts kann die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe schnell und effizient gelöst werden.

**[0017]** Unter einem Steuergerät kann vorliegend ein elektrisches Gerät verstanden werden, das Sensordaten verarbeitet und in Abhängigkeit davon Steuer- und/oder Datensignale ausgibt. Das Steuergerät kann eine Schnittstelle aufweisen, die hard- und/oder softwaremäßig ausgebildet sein kann. Bei einer hardwaremäßigen Ausbildung können die Schnittstellen beispielsweise Teil eines sogenannten System-ASICs sein, der verschiedenste Funktionen des Steuergeräts beinhaltet. Es ist jedoch auch möglich, dass die Schnittstellen eigene, integrierte Schaltkreise sind oder zumindest teilweise aus diskreten Bauelementen bestehen. Bei einer softwaremäßigen Ausbildung können die Schnittstellen Softwaremodule sein, die beispielsweise auf einem Mikrocontroller neben anderen Softwaremodulen vorhanden sind.

**[0018]** Der hier vorgestellte Ansatz schafft gemäß eines Beispiels nicht Teil der Erfindung zudem ein unbeanntes Luftfahrzeug zum Überwachen eines Fahrzeugs, wobei das Luftfahrzeug Merkmale aufweist: Die Sensoreinrichtung kann beispielsweise eine Kamera, einen Geschwindigkeitssensor, ein GPS-Modul oder die Kommunikationseinrichtung umfassen. Die Kommunikationseinrichtung ist ausgebildet, um eine On-Board-Unit des Fahrzeugs auszulesen.

**[0019]** Gemäß der Erfindung ist auch ein Computerprogrammprodukt angegeben mit Programmcode, der auf einem maschinenlesbaren Träger oder Speichermedium wie einem Halbleiterspeicher, einem Festplatten-

speicher oder einem optischen Speicher gespeichert sein kann und zur Ansteuerung der Schritte des Verfahrens nach einer der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen verwendet wird, insbesondere wenn das Programmprodukt oder Programm auf einem Computer oder einer Vorrichtung ausgeführt wird.

**[0020]** Die Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen beispielhaft näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 eine schematische Darstellung zweier Luftfahrzeuge und eines Steuergeräts gemäß einem Ausführungsbeispiel;  
 Figur 2 eine schematische Darstellung eines Steuergeräts gemäß einem Ausführungsbeispiel; und  
 Figur 3 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens gemäß einem Ausführungsbeispiel.

**[0021]** In der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden für die in den verschiedenen Figuren dargestellten und ähnlich wirkenden Elemente gleiche oder ähnliche Bezugszeichen verwendet, wobei auf eine wiederholte Beschreibung dieser Elemente verzichtet wird.

**[0022]** Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung zweier unbemannter Luftfahrzeuge 100, 102 und eines Steuergeräts 104 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Das Luftfahrzeug 100 weist eine Sensoreinrichtung 106 zum Erfassen eines Fahrzeugs 108 auf. Ebenso weist das weitere Luftfahrzeug 102 eine weitere Sensoreinrichtung 110 zum Erfassen des Fahrzeugs 108 auf. Bei den beiden Sensoreinrichtungen 106, 110 handelt es sich beispielsweise je um eine Kamera, einen Geschwindigkeitssensor oder einen Ortungssensor, insbesondere ein GPS-Modul, oder eine Kombination aus zumindest zwei der genannten Sensorarten. Die Sensoreinrichtungen 106, 110 sind beispielsweise ausgebildet, um voneinander abweichende Messgrößen zu erfassen. Lediglich beispielhaft sind die beiden Luftfahrzeuge 100, 102 in Figur 1 als Quadropter dargestellt.

**[0023]** Das Steuergerät 104, das beispielsweise als Komponente einer Bodenstation oder eines mobilen Verkehrsüberwachungsgerätes realisiert ist, umfasst eine Kommunikationseinrichtung 112 zur drahtlosen Kommunikation mit den beiden Luftfahrzeugen 100, 102 oder zumindest einem der Luftfahrzeuge 100, 102. Das Steuergerät 104 ist ausgebildet, um unter Verwendung von Daten, die beispielsweise eine zu einem früheren Zeitpunkt mittels zumindest eines der beiden Luftfahrzeuge 100, 102 erfasste Position oder Fahrzeugklasse des Fahrzeugs 108 repräsentieren, eine Messposition A und eine weitere Messposition B zu ermitteln. Unter Verwendung der Messposition A erzeugt das Steuergerät 104 ein Steuersignal 114 und sendet dieses über die Kommunikationseinrichtung 112 an das Luftfahrzeug 100, um dieses in die Messposition A zu steuern, die hier einen Anfangspunkt einer Abschnittskontrollstrecke zum Ermitteln einer Durchschnittsgeschwindigkeit des Fahr-

zeugs 108 repräsentiert. Analog dazu verwendet das Steuergerät 104 die Messposition B, um ein weiteres Steuersignal 116 zum Steuern des weiteren Luftfahrzeugs 102 zu erzeugen und über die Kommunikationseinrichtung 112 an das weitere Luftfahrzeug 102 zu senden. Mittels des weiteren Steuersignals 116 wird das weitere Luftfahrzeug 102 in die weitere Messposition B gesteuert, die hier einen Endpunkt der Abschnittskontrollstrecke repräsentiert.

**[0024]** Die Luftfahrzeuge 100, 102 sind ausgebildet, um das Fahrzeug 108 von ihrer jeweiligen Messposition aus zu erfassen. Dabei sendet die Sensoreinrichtung 106 in der Messposition A ein das Fahrzeug 108 repräsentierendes Messsignal 118 an die Kommunikationseinrichtung 112, während die weitere Sensoreinrichtung 110 in der Messposition B ein das Fahrzeug 108 repräsentierendes weiteres Messsignal 120 an die Kommunikationseinrichtung 112 sendet. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel das nicht Teil der Erfindung ist,

**[0025]** ist das Steuergerät 104 ausgebildet, um durch entsprechendes Auswerten der beiden Messsignale 118, 120 die Durchschnittsgeschwindigkeit des Fahrzeugs 108 beim Befahren der Abschnittskontrollstrecke zu ermitteln. Je nach Ausführungsbeispiel ist das Steuergerät 104 ausgebildet, um zusätzlich zur Durchschnittsgeschwindigkeit eine Ist-Geschwindigkeit oder einen Sicherheitsabstand des Fahrzeugs 108 oder sonstige fahrzeugbezogene oder sicherheitsrelevante Parameter anhand der Messsignale 118, 120 zu ermitteln. Beispielsweise ist zumindest eine der beiden Sensoreinrichtungen 106, 110 ausgebildet, um zur Erfassung des Fahrzeugs 108 eine in das Fahrzeug 108 integrierte On-Board-Unit auszulesen und entsprechende Daten an das Steuergerät 104 zu übertragen.

**[0026]** Gemäß einem Ausführungsbeispiel übertragen die beiden Luftfahrzeuge 100, 102 zusätzlich zu den Messsignalen 118, 120 jeweils ihre aktuelle Ist-Position an das Steuergerät 104, wobei das Luftfahrzeug 100 ein entsprechendes Positionssignal 122 an die Kommunikationseinrichtung 112 überträgt und das weitere Luftfahrzeug 102 ein entsprechendes weiteres Positionssignal 124 an die Kommunikationseinrichtung 112 überträgt. Dementsprechend ist das Steuergerät 104 ausgebildet, um die beiden Messsignale 118, 120 unter zusätzlicher Verwendung der beiden Positionssignale 122, 124 auszuwerten. Somit können bei der Auswertung etwaige Abweichungen zwischen den jeweiligen Ist- und Messpositionen der beiden Luftfahrzeuge 100, 102 berücksichtigt werden.

**[0027]** Wie aus Figur 1 ersichtlich, erfolgt die Überwachung des Fahrzeugs 108 hier mittels der beiden Luftfahrzeuge 100, 102 aus der Vogelperspektive. Die beiden Luftfahrzeuge 100, 102 können unterschiedliche Flughöhen bei der Erfassung des Fahrzeugs 108 aufweisen.

**[0028]** Das Steuergerät 104 kann somit auch ausgebildet sein, um mehr als zwei Luftfahrzeuge 100, 102 zur Überwachung des Fahrzeugs 108 oder auch zur gleich-

zeitigen Überwachung mehrerer Fahrzeuge anzusteuern.

**[0029]** Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung eines Steuergeräts 104 gemäß einem Ausführungsbeispiel, das nicht Teil der Erfindung ist etwa eines vorangehend anhand von Figur 1 beschriebenen Steuergeräts. Das Steuergerät 104 umfasst eine Ermittlungseinheit 210, die ausgebildet ist, um unter Verwendung von Messdaten 212, die eine vorherige Erfassung des Fahrzeugs mittels zumindest eines der beiden Luftfahrzeuge repräsentieren, die zwei Messpositionen A, B zu ermitteln und diese an eine Bereitstellungseinheit 220 des Steuergeräts 104 zu senden. Die Bereitstellungseinheit 220 ist ausgebildet, um unter Verwendung der beiden Messpositionen A, B die Steuersignale 114, 116 bereitzustellen.

**[0030]** Figur 3 zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens 300 gemäß einem Ausführungsbeispiel. Das Verfahren 300 zum Überwachen eines Fahrzeugs mittels zumindest einem unbemannten Luftfahrzeug kann beispielsweise unter Verwendung eines Steuergeräts, wie es vorangehend anhand der Figuren 1 und 2 beschrieben ist, ausgeführt werden. Gemäß einem Ausführungsbeispiel erfolgt in einem optionalen Schritt 310 eine erstmalige Erfassung, d. h. ein Anmessen oder eine Klassierung, des zu überwachenden Fahrzeugs mittels zumindest einem Luftfahrzeug. Alternativ stammen die Daten der erstmaligen Erfassung von einer Sensoreinrichtung eines Bodenüberwachungsgerätes zum Überwachen des Fahrzeugs. Bei der erstmaligen Erfassung wird das Fahrzeug beispielsweise klassiert oder in einer digitalen Karte verortet. In einem Schritt 320 werden unter Verwendung der Daten aus der erstmaligen Erfassung optimale Messpositionen zur erneuten Erfassung des Fahrzeugs mittels der jeweiligen Sensoreinrichtungen der Luftfahrzeuge ermittelt. In einem Schritt 330 werden die entsprechenden Steuersignale zum Steuern des zumindest einen Luftfahrzeugs in ihre jeweilige, im Schritt 320 ermittelte Messposition bereitgestellt. Dabei wird eine weitere Messung an den jeweiligen optimalen Messpositionen durchgeführt. Beispielsweise werden dabei die exakten Live-Positionen der jeweiligen Luftfahrzeuge und weitere Randbedingungen wie Uhrzeit, Temperatur, Flughöhe oder Windstärke erfasst. Die eigentliche Messung des Fahrzeugs erfolgt dabei in Verbindung mit den Live-Positionen des des zumindest einen Luftfahrzeugs oder eines aus zumindest zwei Luftfahrzeugen bestehenden Drohnenverbunds und den erfassten Randbedingungen.

**[0031]** Die Schritte 320, 330 können fortlaufend ausgeführt werden, um eine dynamische Anpassung der Messpositionen, beispielsweise in Abhängigkeit von einer aktuellen Position oder Geschwindigkeit des Fahrzeugs oder von Umgebungsbedingungen wie beispielsweise Abschattungen zu realisieren.

**[0032]** Die Erfassung des Fahrzeugs erfolgt somit unter Verwendung eines Drohnenverbunds aus zumindest zwei Drohnen, vorangehend auch Luftfahrzeuge ge-

nannt. Mittels des Drohnenverbunds kann eine dynamische P2P-Messung mit exakter Positionsermittlung und Eigengeschwindigkeitsermittlung durchgeführt werden. Dazu können auch teilausgestattete Drohnen verwendet werden. Beispielsweise kann eine erste Drohne des Drohnenverbunds mit einer Kamera ausgestattet sein, während eine zweite Drohne mit einem Geschwindigkeitssensor ausgestattet ist. Eine dritte Drohne kann wiederum eine andere Ausstattung aufweisen. Die Drohnen können jedoch auch in Vollausrüstung realisiert sein. Bei den Drohnen handelt es sich beispielsweise um autarke Drohnen. Der Vorteil eines derartigen Überwachungsverfahrens besteht im dynamischen Auffinden optimaler Mess- und Fotopunkte, in denen das zu überwachende Fahrzeug von benachbarten Fahrzeugen nicht überdeckt wird. Dadurch kann eine ausreichend lange Kommunikationszeit zwischen dem Steuergerät und den Luftfahrzeugen gewährleistet werden.

**[0033]** Umfasst ein Ausführungsbeispiel eine "und/oder" Verknüpfung zwischen einem ersten Merkmal und einem zweiten Merkmal, so kann dies so gelesen werden, dass das Ausführungsbeispiel gemäß einer Ausführungsform sowohl das erste Merkmal als auch das zweite Merkmal und gemäß einer weiteren Ausführungsform entweder nur das erste Merkmal oder nur das zweite Merkmal aufweist.

#### Patentansprüche

1. Verfahren (300) zum Überwachen eines Fahrzeugs (108), beim Befahren einer Abschnittskontrollstrecke, mittels zumindest eines unbemannten Luftfahrzeugs (100) und eines weiteren unbemannten Luftfahrzeugs (102), wobei das Luftfahrzeug (100) eine Sensoreinrichtung (106) und das weitere Luftfahrzeug (102) eine weitere Sensoreinrichtung (110) zum Erfassen des Fahrzeugs (108) aufweist, wobei das Verfahren (300) folgende Schritte umfasst:

Ermitteln (320) einer Messposition (A) unter Verwendung von Daten (212), die eine vorherige Erfassung des Fahrzeugs (108) repräsentieren und Ermitteln (320) einer weiteren Messposition (B) unter Verwendung von Daten (212), die eine vorherige Erfassung des Fahrzeugs (108) repräsentieren;

Bereitstellen (330), durch ein Steuergerät (104), eines Steuersignals (114) zum Steuern des Luftfahrzeugs (100) in die Messposition (A) über eine Kommunikationseinrichtung (112) zur drahtlosen Kommunikation mit dem zumindest einem Luftfahrzeug (100), um das Fahrzeug (108) von der Messposition (A) aus zu erfassen und Bereitstellen eines weiteren Steuersignals (116) zum Steuern des weiteren Luftfahrzeugs (102) in die weitere Messposition (B) über die Kom-

munikationseinrichtung (112), um das Fahrzeug (108) von der weiteren Messposition (B) aus zu erfassen ; und

Empfangen eines Messsignals (118), das eine Erfassung des Fahrzeugs (108) durch die Sensoreinrichtung (106) von der Messposition (A) aus repräsentiert und eines weiteren Messsignals (120), das eine Erfassung des Fahrzeugs (108) durch die weitere Sensoreinrichtung (110) von der weiteren Messposition (B) aus repräsentiert, wobei in einem Schritt des Auswertens das Messsignal (118) und das weitere Messsignal (120) ausgewertet werden, um das Fahrzeug (108) zu überwachen und im Schritt des Empfangens (310) das Messsignal (118) und das weitere Messsignal (120) ein durch Auslesen einer On-Board-Unit des Fahrzeugs (108) bereitgestelltes Signal mittels der Sensoreinrichtung (106) und der weiteren Sensoreinrichtung (110) repräsentiert, wobei im Schritt des Ermittlens (320) die Messposition (A) einen Anfangspunkt der Abschnittskontrollstrecke repräsentiert und die weitere Messposition (B) einen Endpunkt der Abschnittskontrollstrecke repräsentiert, wobei im Schritt des Auswertens das Messsignal (118) und das weitere Messsignal (120) ausgewertet werden, um eine Durchschnittsgeschwindigkeit des Fahrzeugs (108) zu ermitteln.

2. Verfahren (300) gemäß Anspruch 1, bei dem im Schritt des Empfangens (310) ein Positionssignal (122), das eine Ist-Position des Luftfahrzeugs (100) bei der Erfassung des Fahrzeugs (108) von der Messposition (A) aus repräsentiert, empfangen wird und ein weiteres Positionssignal (124), das eine Ist-Position des Luftfahrzeugs (100) und des weiteren Luftfahrzeugs (102) bei der Erfassung des Fahrzeugs (108) von der weiteren Messposition (B) aus repräsentiert, empfangen wird, wobei im Schritt des Auswertens das Messsignal (118) und das weitere Messsignal (120) unter Verwendung des Positionssignals (122) und des weiteren Positionssignals (124) ausgewertet werden.
3. Verfahren (300) gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, bei dem im Schritt des Ermittlens (320) eine Position zum Erfassen des Fahrzeugs (108) aus einer Vogelperspektive als die Messposition (A) und die weitere Messposition (B) ermittelt wird.
4. Computerprogrammprodukt, das ausgebildet ist, um das Verfahren (300) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3 anzusteuern.

## Claims

1. Method (300) for monitoring a vehicle (108), when driving along a section control route, by means of at least one unmanned aerial vehicle (100) and of a further unmanned aerial vehicle (102), wherein the aerial vehicle (100) has a sensor device (106) and the further aerial vehicle (102) has a further sensor device (110) for detecting the vehicle (108), wherein the method (300) comprises the following steps:

determining (320) a measurement position (A) using data (212) that represent a previous detection of the vehicle (108), and determining (320) a further measurement position (B) using data (212) that represent a previous detection of the vehicle (108);

providing (330), by a controller (104), a control signal (114) for steering the aerial vehicle (100) into the measurement position (A) via a communication device (112) for wireless communication with the at least one aerial vehicle (100), in order to detect the vehicle (108) from the measurement position (A), and providing a further control signal (116) for steering the further aerial vehicle (102) into the further measurement position (B) via the communication device (112), in order to detect the vehicle (108) from the further measurement position (B); and

receiving a measurement signal (118) that represents a detection of the vehicle (108) by the sensor device (106) from the measurement position (A) and receiving a further measurement signal (120) that represents a detection of the vehicle (108) by the further sensor device (110) from the further measurement position (B), wherein, in an evaluation step, the measurement signal (118) and the further measurement signal (120) are evaluated, in order to monitor the vehicle (108), and in the receiving step (310), the measurement signal (118) and the further measurement signal (120) represent a signal provided by reading out an onboard unit of the vehicle (108) by means of the sensor device (106) and the further sensor device (110), wherein, in the determining step (320), the measurement position (A) represents a starting point of the section control route and the further measuring position (B) represents an end point of the section control route, wherein, in the evaluation step, the measurement signal (118) and the further measurement signal (120) are evaluated in order to determine an average speed of the vehicle (108).

2. Method (300) according to claim 1, with which, in the receiving step (310), a position signal (122) that represents an actual position of the aerial vehicle (100)

is received during detection of the vehicle (108) from the measurement position (A), and a further position signal (124) that represents an actual position of the aerial vehicle (100) and of the further aerial vehicle (102) is received during detection of the vehicle (108) from the further measurement position (B), wherein, in the evaluation step, the measurement signal (118) and the further measurement signal (120) are evaluated using the position signal (122) and the further position signal (124).

3. Method (300) according to any of the preceding claims, wherein, in the determining step (320), a position for detecting the vehicle (108) from a bird's eye view is determined as the measurement position (A) and the further measurement position (B).
4. Computer program product configured to activate the method (300) according to any of claims 1 to 3.

### Revendications

1. Procédé (300) de surveillance d'un véhicule (108), lors de la circulation sur un trajet sur un tronçon de contrôle, au moyen d'au moins un véhicule aérien sans pilote (100) et d'au moins un autre véhicule aérien sans pilote (102), le véhicule aérien (100) présentant un dispositif capteur (106) et l'autre véhicule aérien (102) présentant un autre dispositif capteur (110) pour détecter le véhicule (108), le procédé (300) comprenant les étapes suivantes :

détermination (320) d'une position de mesure (A) à l'aide de données (212), qui représentent une détection antérieure du véhicule (108) et détermination (320) d'une autre position de mesure (B) à l'aide de données (212), qui représentent une détection antérieure du véhicule (108) ;  
mise à disposition (330), par un appareil de commande (104), d'un signal de commande (114) pour commander le véhicule aérien (100) dans la position de mesure (A), par l'intermédiaire d'un dispositif de communication (112) destiné à la communication sans fil avec ledit au moins un véhicule aérien (100), pour détecter le véhicule (108) par rapport à la position de mesure (A) et mise à disposition d'un autre signal de commande (116) pour commander l'autre véhicule aérien (102) dans l'autre position de mesure (B) par l'intermédiaire du dispositif de communication (112), pour détecter le véhicule (108) par rapport à l'autre position de mesure (B) ; et  
réception d'un signal de mesure (118), qui représente une détection du véhicule (108) par le dispositif capteur (106) par rapport à la position

de mesure (A), et d'un autre signal de mesure (120), qui représente une détection du véhicule (108) par l'autre dispositif capteur (110) par rapport à l'autre position de mesure (B), où, dans une étape d'évaluation, le signal de mesure (118) et l'autre signal de mesure (120) sont évalués pour surveiller le véhicule (108) et, dans l'étape de réception (310), le signal de mesure (118) et l'autre signal de mesure (120) représentent un signal mis à disposition par lecture d'une unité à bord du véhicule (108) au moyen du dispositif capteur (106) et de l'autre dispositif capteur (110), où, dans l'étape de détermination (320), la position de mesure (A) représente un point de départ du trajet sur le tronçon de contrôle et l'autre position de mesure (B) représente un point final du trajet sur le tronçon de contrôle, où, dans l'étape d'évaluation, le signal de mesure (118) et l'autre signal de mesure (120) sont évalués pour déterminer une vitesse moyenne du véhicule (108).

2. Procédé (300) selon la revendication 1, dans lequel, dans l'étape de réception (310), un signal de position (122), qui représente une position réelle du véhicule aérien (100) lors de la détection du véhicule (108) par rapport à la position de mesure (A), est reçu et un autre signal de position (124), qui représente une position réelle du véhicule aérien (102) lors de la détection du véhicule (108) par rapport à l'autre position de mesure (B), est reçu, où, dans l'étape d'évaluation, le signal de mesure (118) et l'autre signal de mesure (120) sont évalués à l'aide du signal de position (122) et de l'autre signal de position (124).
3. Procédé (300) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, dans l'étape de détermination (320), une position pour détecter le véhicule (108) est déterminée en vue aérienne comme la position de mesure (A) et l'autre position de mesure (B).
4. Produit de programme informatique qui est conçu pour commander le procédé (300) selon l'une quelconque des revendications 1 à 3.

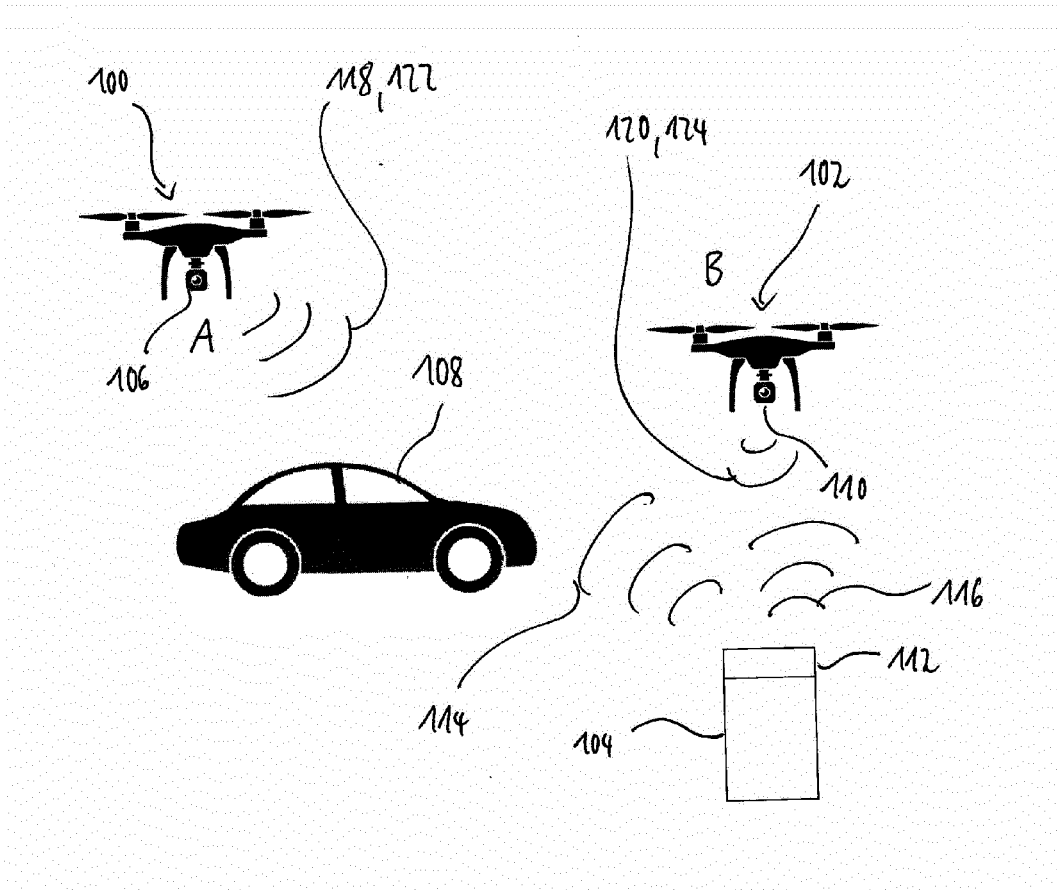


Fig. 1

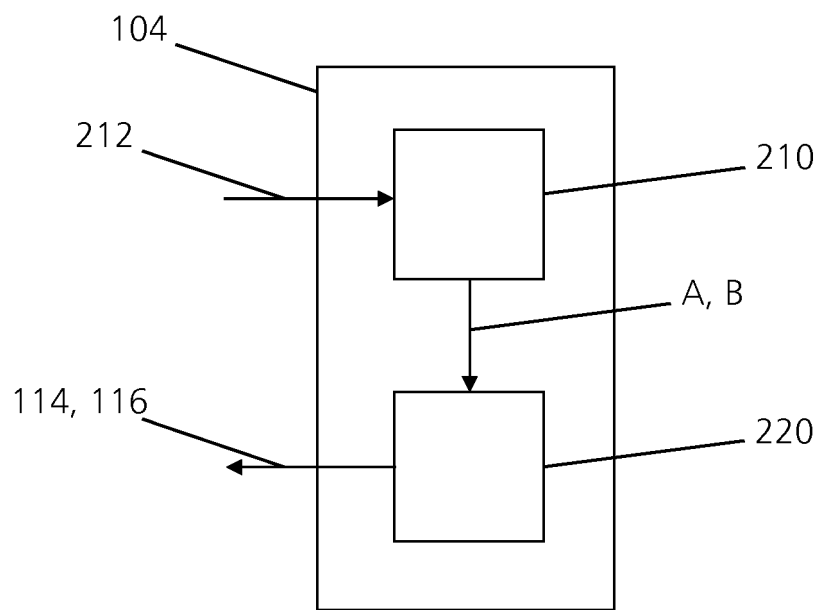


Fig. 2

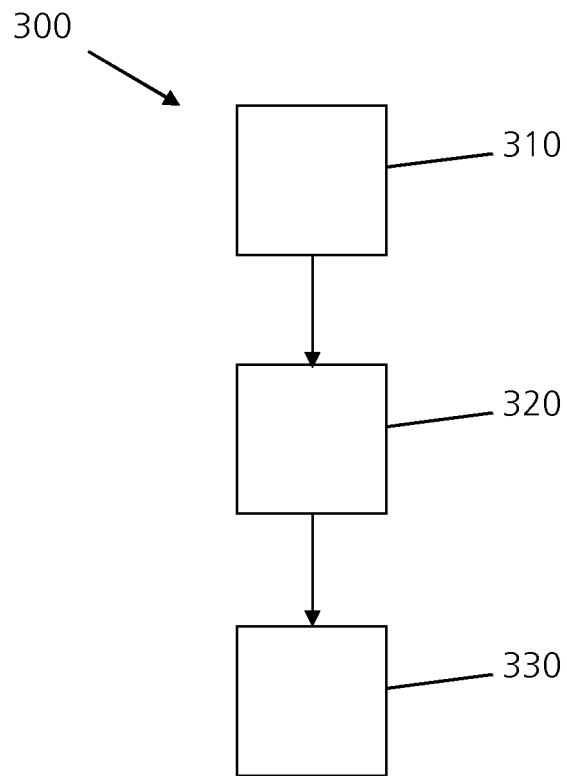


Fig. 3

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 3112967 A1 [0003]
- US 20100250022 A1 [0003]
- US 20160078759 A1 [0004]