



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.10.2012 Patentblatt 2012/42

(51) Int Cl.:
G08G 5/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12002568.9**

(22) Anmeldetag: **11.04.2012**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(30) Priorität: **13.04.2011 DE 102011016964**

(71) Anmelder: **Diehl BGT Defence GmbH & Co. KG**
88662 Überlingen (DE)

(72) Erfinder: **Koch, René, Dr.**
88662 Überlingen (DE)

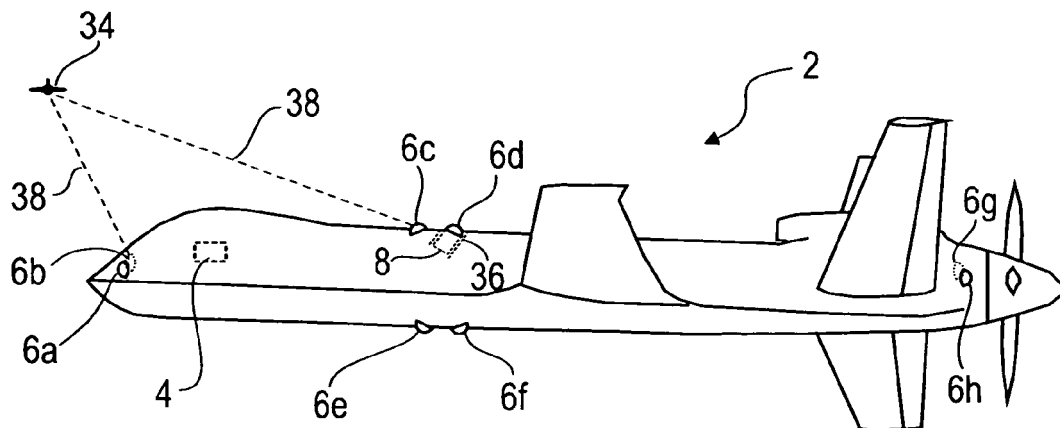
(74) Vertreter: **Diehl Patentabteilung**
c/o Diehl Stiftung & Co. KG
Stephanstrasse 49
90478 Nürnberg (DE)

(54) **Verfahren zum Überwachen eines Luftraums um ein Luftfahrzeug**

(57) Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zum Überwachen eines Luftraums um ein Luftfahrzeug (2), das mit mehreren Bildmodulen (6a-6h) mit jeweils zumindest einer Abbildungsoptik und einem Bildsensor ausgerüstet ist, bei dem die Bildsensoren jeweils ein Teilbild der Umgebung aufnehmen und ein Bildverarbeitungsmittel die Umgebung unter Verwendung der Teilbilder auf abgebildete andere Flugobjekte (34) untersucht.

Um eine einfache Luftraumüberwachung um kleinere Luftfahrzeuge zu erreichen, die über keine umfangreiche Verkabelung verfügen, wird vorgeschlagen, dass jedes Bildmodul (6a-6h) ein eigenes Bildverarbeitungsmittel umfasst, das die Flugobjekterkennung anhand der vom Bildmodul (6a-6h) aufgenommenen Teilbilder durchführt und ein Erkennungsergebnis ausgibt, und der Luftraum unter Verwendung der Erkennungsergebnisse der Bildmodule (6a-6h) überwacht wird.

Fig. 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Überwachen eines Luftraums um ein Luftfahrzeug, das mit mehreren Bildmodulen mit jeweils zumindest einer Abbildungsoptik und einem Bildsensor ausgerüstet ist, bei dem die Bildsensoren jeweils ein Teilbild der Umgebung aufnehmen und ein Bildverarbeitungsmittel die Umgebung unter der Verwendung der Teilbilder auf abgebildete andere Flugobjekte untersucht.

[0002] Zur Steuerung von Luftfahrzeugen, insbesondere unbemannten Luftfahrzeugen, werden Kameras verwendet, mit deren Hilfe der Luftraum um das Luftfahrzeug überwacht wird. Um eine weiträumige Sicht um das Luftfahrzeug zu erreichen, werden Bildmodule mit mehreren nebeneinander angeordneten Bildsensoren verwendet, die in der Regel einen Raumwinkel von $220^\circ \times 50^\circ$ abbilden. Eine solche Luftraumüberwachung ist aus der EP 1 505 556 A1 bekannt.

[0003] Ist ein weiteres Gesichtsfeld gewünscht, beispielsweise nach oben, unten oder nach hinten hin erweitert, ist in der WO 20008/020889 A2 vorgeschlagen, mehrere Kameras am Rumpf des Luftfahrzeugs zu verteilen. Durch eine zentrale Auswertung der Bilder aller Kameras kann der komplette Luftraum um das Luftfahrzeug überwacht werden.

[0004] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zum Überwachen eines Luftraums um ein Luftfahrzeug anzugeben, das auch bei kleineren Luftfahrzeugen einfach und effizient anwendbar ist.

[0005] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, bei der erfindungsgemäß jedes Bildmodul ein eigenes Bildverarbeitungsmittel umfasst, das die Flugobjekterkennung anhand der vom Bildmodul aufgenommenen Teilbilder durchführt und ein Erkennungsergebnis ausgibt und der Luftraum unter Verwendung der Erkennungsergebnisse der Bildmodule überwacht wird.

[0006] Die Erfindung geht hierbei von der Überlegung aus, dass kleine Luftfahrzeuge häufig nicht standardmäßig mit einer Luftraumüberwachung ausgerüstet sind, die den Anforderungen eines Auftrags genügt, beispielsweise wenn für eine bestimmte Mission eine Rundumsicht erforderlich ist oder besondere Kameras verwendet werden müssen, eine besondere Aufklärungstechnik notwendig ist oder dergleichen. Hierzu müsste das Luftfahrzeug jeweils mit speziellen Systemen aus- bzw. nachgerüstet werden, die mit einer zentralen Überwachungseinheit zur Bildverarbeitung, Flugobjekterkennung und Luftraumüberwachung zusammenarbeiten. Der Aufwand der Abstimmung der zentralen Überwachungseinheit mit den Bildmodulen ist hierbei hoch. Außerdem ist eine entsprechende Verkabelung aufwendig, da wegen der hohen Bilddatenübertragsrate besondere und abgeschirmte Kabel notwendig sind, die insbesondere in einem kleinen Luftfahrzeug nicht standardmäßig verlegt sind.

[0007] Durch die erfindungsgemäße Flugobjekterkennung bereits im Bildmodul, also an Ort und Stelle des

den Teilluftraum abbildenden Bildsensors, ist es ausreichend, nur einfache Erkennungsergebnisse weiterzuleiten, beispielsweise an die zentrale Überwachungseinheit. Eine Verkabelung kann einfach gehalten sein, da die Erkennungsergebnisse üblicherweise eine erhebliche geringere Datenrate als die Übertragung von Bilddaten erfordern. Außerdem kann eine spezielle Flugobjekterkennung am Bildmodul selbst durchgeführt werden, sodass die zentrale Überwachungseinheit des Luftfahrzeugs einfacher konzipiert werden kann und somit standardisiert ausgeführt sein kann. Auf eine Bildauswertung in einer zentralen Überwachungseinheit kann somit verzichtet werden. Ein einfaches und kleines Luftfahrzeug kann hierdurch mit geringem Aufwand so ausgerüstet oder nachgerüstet werden, dass eine sehr spezielle Luftraumüberwachung entsprechend den Anforderungen eines aktuellen Einsatzes möglich ist.

[0008] Die Erkennungsergebnisse der einzelnen Bildmodule können an eine zentrale Überwachungseinheit des Luftfahrzeugs weitergeleitet werden, das die Luftraumüberwachung durchführt und beispielsweise Daten zur Durchführung einer Flugsteuerung, zur Abwehr eines Angriffs oder zur Warnung eines Piloten, insbesondere am Boden, ausgibt. Hierzu ist die zentrale Überwachungseinheit zweckmäßigerweise dazu vorbereitet, die entsprechenden Signale auszugeben, beispielsweise zur Steuerung von Aktuatoren zur Flugsteuerung, Verteidigung und/oder Warnausgabe. Alternativ zu einer einzigen zentralen Überwachungseinheit können mehrere Einheiten diese Aufgaben übernehmen, wobei diese Einheiten auch die Bildmodule selbst sein können, so dass diese im Netzwerk zusammen die Überwachung des Luftraums durchführen. Hierbei kann ein Bildmodul eine zentrale Rolle übernehmen, wie eine Koordination eines Datenflusses, das letztendliche Fällen von Entscheidungen zur Flugobjekterkennung oder dergleichen.

[0009] Die Bildmodule sind vorteilhafterweise am Luftfahrzeug verteilt angeordnet, beispielsweise über dem Rumpf des Luftfahrzeugs verteilt. Zweckmäßigerweise ist zumindest ein Bildmodul nach vorne und ein Bildmodul nach hinten ausgerichtet. Auf jeden Fall sind sie räumlich voneinander getrennt angeordnet, also in keinem gemeinsamen Gehäuse untergebracht, abgesehen von einem gemeinsamen Flugzeugrumpf. Jedes Bildmodul verfügt über ein eigenes Gehäuse mit zweckmäßigerweise einem Befestigungsmittel zum Befestigen am oder im Luftfahrzeug, beispielsweise am oder im Rumpf.

[0010] Die Abbildung des Teilluftraums auf den Bildsensor erfolgt über die Abbildungsoptik, beispielsweise ein Objektiv. Vorteilhafterweise erfolgt die Flugobjekterkennung anhand der vom Bildmodul aufgenommenen Teilbilder, die auf das Vorhandensein von abgebildeten Flugobjekten untersucht werden. Hierbei wird das Bildverarbeitungsmittel auf die vom eigenen Bildmodul aufgenommenen Teilbilder zurückgreifen. Jedes Bildmodul verwendet somit vorteilhafterweise nur die vom eigenen Bildsensor aufgenommenen Teilbilder. Das Erkennungsergebnis kann direkt oder indirekt an eine zentrale

Überwachungseinheit weitergeleitet werden. Diese kann daraus Konsequenzen für das Verhalten des Luftfahrzeugs ableiten.

[0011] Die zentrale Überwachungseinheit kann ein standardmäßig im Luftfahrzeug vorhandener Rechner sein, beispielsweise ein Steuerrechner zur Steuerung von Flugvorgängen. Es ist auch möglich, dass die zentrale Überwachungseinheit ein zum System der mehreren Bildmodule zugehöriger zentraler Rechner ist, der zur Bewerkestellung von Überwachungsaufgaben vorbereitet ist. In jedem Fall ist er dazu vorbereitet mit den mehreren Bildmodulen zu kommunizieren und die Erkennungsergebnisse in Empfang zu nehmen. Die Erkennungsergebnisse können aus einer Bildverarbeitung gewonnen werden, die von dem entsprechenden Bildmodul durchgeführt wird.

[0012] Ein besonders einfaches und modular aufbaubares Luftraumüberwachungssystem kann geschaffen werden, wenn die Datenübertragung von den Bildmodulen an eine zentrale Überwachungseinheit drahtlos erfolgt. Die Bildmodule können am oder im Luftfahrzeug sehr frei angeordnet werden, ohne dass eine Verkabelung durch das Luftfahrzeug notwendig ist. Die drahtlose Datenübertragung wird auch dadurch ermöglicht, dass die Übertragung der Erkennungsergebnisse mit einer relativ geringen Datenübertragungsrate möglich ist, da nicht die gesamten Bildinhalte an die zentrale Überwachungseinheit übertragen werden müssen.

[0013] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung beinhaltet die Flugobjekterkennung ein Erfassen eines im Teilbild abgebildeten Flugobjekts und ein Ermitteln von dessen Winkelkoordinaten. Das Flugobjekt wird insofern als solches klassifiziert und kann mit entsprechenden Daten belegt werden. Die Winkelkoordinaten können relativ im Gesichtsfeld des Bildmoduls oder mit Bezug auf eine Richtung des Luftfahrzeugs ermittelt werden.

[0014] Dass weitergeleitete Erkennungsergebnis kann das erfasste Flugobjekt beziehungsweise Erfassungsdaten zum Flugobjekt beinhalten, insbesondere dessen Winkelkoordinaten.

[0015] Bewegen sich zwei Luftfahrzeuge auf einem Kollisionskurs aufeinander zu, so ist die Sichtliniendrehrate von einem Luftfahrzeug zum anderen ruhend. Das herannahende Flugobjekt verharrt also im Wesentlichen ruhend mit Bezug auf die Flugrichtung des Luftfahrzeugs. Dies berücksichtigend erfolgt die Flugobjekterkennung zweckmäßigerweise aus einem einzigen Teilbild, so dass auf eine Flugbewegungsanalyse, also eine Analyse der Bewegung der Sichtliniendrehrate des herannahenden Flugobjekts verzichtet werden kann. Ein Erkennen einer Bewegung von einem Teilbild zum nächsten ist nicht notwendig, sondern das Flugobjekt kann rein aus Bilddaten eines einzigen Teilbilds erkannt werden, beispielsweise aus einem Abheben vor einem Hintergrund.

[0016] Weiter wird vorgeschlagen, dass die Flugobjekterkennung - bzw. das weitergeleitete Erkennungser-

gebnis - eine Bewertung eines im Teilbild abgebildeten Flugobjekts auf ein Gefahrenpotential beinhaltet. Dies kann aus der Form und/ oder Größe des Flugobjekts erfolgen, aus einem Erfassen von dessen Flugspur, insbesondere vor einem Bildhintergrund, aus einem Erkennen eines Größer- oder Kleinerwerdens im Bild oder dergleichen.

[0017] Eine weitere Ausführungsform der Erfindung schlägt vor, dass die Bildmodule in unterschiedlichen Positionen am Luftfahrzeug angeordnet sind und eine Sensorsteuerung der einzelnen Bildmodule in Abhängigkeit von ihrer Position und somit unterschiedlich erfolgt. Die Sensorsteuerung wird hierbei zweckmäßigerweise durch die Bildmodule selbst durchgeführt. Sie kann eine Belichtungssteuerung, eine ObjektivEinstellung und dergleichen beinhalten. Die Sensorsteuerung kann hierbei an eine positionsabhängige Bildverarbeitung beziehungsweise Flugobjekterkennung angepasst werden.

[0018] Eine weitere vorteilhafte Ausführungsvariante sieht vor, dass die Bildmodule in unterschiedlichen Positionen am Luftfahrzeug angeordnet sind und die Flugobjekterkennung der einzelnen Bildmodule in Abhängigkeit von ihrer Position und somit unterschiedlich erfolgt. So kommen beispielsweise Flugobjekte von hinten langsamer als von vorne und von der Seite mit einer schnelleren Spur gegenüber einem Hintergrund als von vorne oder hinten. Entsprechend der Position des Bildmoduls am Luftfahrzeug kann die Flugobjekterkennung entsprechend eingestellt werden, so dass die Position des Bildmoduls am Luftfahrzeug bei der Durchführung der Flugobjekterkennung berücksichtigt wird. Die Einstellung der Flugobjekterkennung wird zweckmäßigerweise am Bildmodul direkt durchgeführt, so dass das Bildmodul auf seine Position voreingestellt und entsprechend montiert wird. Möglich ist eine Voreinstellung selbstverständlich auch nach einer Montage des Bildmoduls im Luftfahrzeug.

[0019] Außerdem ist die Erfindung gerichtet auf ein Bildmodul zum Überwachen eines Luftraums um ein Luftfahrzeug mit einem Gehäuse, in dem eine Abbildungsoptik und ein Bildsensor angeordnet sind. Eine einfache modulare Integration im Luftfahrzeug kann erreicht werden, wenn im Gehäuse des Bildmoduls ein Bildverarbeitungsmittel angeordnet ist, das dazu vorbereitet ist, eine Flugobjekterkennung anhand von vom Bildsensor aufgenommenen Teilbildern der Umgebung durchzuführen. Zweckmäßigerweise ist das Bildmodul dazu vorbereitet, ein Erkennungsergebnis an eine zentrale Überwachungseinheit des Luftfahrzeugs weiterzuleiten.

[0020] Außerdem ist die Erfindung gerichtet auf ein Luftfahrzeug mit mehreren wie oben beschriebenen Bildmodulen und einer zentralen Überwachungseinheit, die dazu vorbereitet ist, unter Verwendung von Erkennungsergebnissen der Bildmodule Flugsteuersignale auszugeben. Die Flugsteuerung kann eine Steuerung eines Flugkurses, die Steuerung von Abwehrmaßnahmen zur Abwehr des Flugobjekts, die Steuerung von akustischen Warnungen und dergleichen beinhalten.

[0021] Vorteilhafterweise umfasst die zentrale Überwachungseinheit ein Bildmodulerfassungsmittel, das zur Zusammenarbeit mit unterschiedlich vielen Bildmodulen vorbereitet ist und dazu, die Anzahl der momentan zur Luftraumüberwachung verwendeten Bildmodule zu erfassen und mit diesen zusammenarbeiten. So können sich beispielsweise die Bildmodule selbstständig bei der zentralen Überwachungseinheit melden, so dass diese eine Kommunikation mit den Bildmodulen einrichtet entsprechend der Anzahl der angemeldeten Bildmodule. Es kann ein einfacher modularer Aufbau mit der gewünschten Anzahl von Bildmodulen durchgeführt werden.

[0022] Ferner ist das Luftfahrzeug vorteilhafterweise mit mehreren vorbereiteten Aufnahmen zur Aufnahme und zum Betreiben von jeweils einem Bildmodul vorbereitet. Auf diese Weise kann das Luftfahrzeug einsatzabhängig mit Bildmodulen ausgerüstet werden, ohne hierfür umfangreiche Installationen vornehmen zu müssen. Eine solche Aufnahme kann ein Steckplatz zum Einstecken eines Bildmoduls sein.

[0023] Weiter wird vorgeschlagen, dass unterschiedliche Typen von Bildmodulen in geometrisch unterschiedlichen Positionen am Rumpf verteilt sind. Auf diese Weise kann der Luftraum einsatzabhängig optimiert überwacht werden.

[0024] Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Erfindung ist nicht auf die in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt - auch nicht in Bezug auf funktionale Merkmale. Die bisherige Beschreibung wie auch die nachfolgende Figurenbeschreibung enthalten zahlreiche Merkmale, die in den abhängigen Unteransprüchen teilweise zu mehreren zusammengefasst wiedergegeben sind. Diese Merkmale wie auch alle übrigen oben oder in der nachfolgenden Figurenbeschreibung offenbarten Merkmale wird der Fachmann jedoch auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfügen. Insbesondere sind diese Merkmale jeweils einzeln und beliebiger geeigneter Kombination mit dem Verfahren und der Vorrichtung gemäß der unabhängigen Ansprüche kombinierbar.

[0025] Es zeigen:

Fig. 1 ein unbemanntes Luftfahrzeug mit acht Bildmodulen zur Rundumüberwachung des Luftraums rund um das Luftfahrzeug und

Fig. 2 die acht Bildmodule drahtlos verbunden mit einer zentralen Überwachungseinheit.

[0026] Figur 1 zeigt ein unbemanntes Luftfahrzeug 2 mit einer Länge von etwa acht Metern. Das Luftfahrzeug 2 ist mit einem zentralen Steuermittel 4 in Form einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage ausgestattet, die über einen nicht dargestellten Sender und Empfänger mit einer Bodenstation in einem Datenaustausch steht. Über diesen Datenaustausch wird das Luftfahrzeug 2

von einem Piloten von der Bodenstation gesteuert, so dass das Luftfahrzeug 2 ferngesteuert seine Mission fliegt. Ein Steuerraum für einen mitfliegenden Piloten ist in Luftfahrzeug 2 nicht vorhanden.

[0027] Zur Steuerung des Luftfahrzeugs 2 und zur Überwachung des umgebenden Luftraums ist das Luftfahrzeug 2 mit acht Bildmodulen 6a - 6h ausgestattet. Hierbei sind die beiden Steuermodule 6a und 6b nach vorne links und vorne rechts gerichtet und decken einen Raumwinkelbereich von 220° in der Horizontalen und 60° in der Vertikalen ab. Nach oben ausgerichtet sind die beiden Bildmodule 6c und 6d, wobei das Bildmodul 6c mehr nach vorne und das Bildmodul 6d mehr nach hinten ausgerichtet ist. Dazu spiegelverkehrt nach unten sind die beiden Bildmodule 6e, 6f ausgerichtet. Nach hinten schauen die Bildmodule 6g, 6h wobei das Bildmodul 6h nach hinten links und das Bildmodul 6g nach hinten rechts ausgerichtet ist in Analogie und spiegelverkehrt zu den Bildmodulen 6a, 6b. Die Bildmodule 6b, 6g sind in der Ansicht aus Figur 1 hinter dem Luftfahrzeug 2 und damit an sich nicht sichtbar und somit gestrichelt gezeichnet. Mit den acht Bildmodulen 6 wird der gesamte Luftraum rund um das Luftfahrzeug 2 ohne eine Lücke in acht Teilbildern abgebildet. An Stelle der acht Bildmodule 6 ist auch jede geeignete andere Anordnung und Anzahl von Bildmodulen 6 denkbar.

[0028] Die acht Bildmodule 6 sind in Figur 2 detaillierter schematisch dargestellt. Sie alle enthalten in einem Gehäuse 8 eine Abbildungsoptik 10, durch die der Teilausschnitt der Umgebung auf einen Bildsensor 12 abgebildet wird und somit das Teilbild des umgebenden Luftraums ergibt. Der Bildsensor 12 ist datentechnisch mit einem Bildspeicher 14 verbunden, in dem die vom Bildsensor 12 aufgenommenen Teilbilder abgespeichert werden können. Auf den Bildspeicher 14 hat ein Bildverarbeitungsmittel 16 Zugriff, das seinerseits wieder mit einer Kommunikationseinheit 18 signaltechnisch verbunden ist, das eine Kommunikation mit dem Steuermittel 4 führt. Die Kommunikation geschieht drahtlos über eine Funkschnittstelle 20 der Bildmodule 6 und eine Funkschnittstelle 22 des Steuermittels 4. Die Funkschnittstelle 22 ist dazu vorbereitet, mit maximal 16 Bildmodulen 6 gleichzeitig drahtlos kommunizieren zu können. Entsprechend umfasst sie 16 Funkkanäle, von denen bei dem in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiel nur acht genutzt sind.

[0029] Das Steuermittel 4 enthält wiederum eine Kommunikationseinheit 24, die mit einem Bildmodulerfassungsmittel 26 verbunden ist. Dieses erkennt die kommunizierenden Bildmodule 6 automatisch und richtet die Funkkanäle der Funkschnittstelle 22 und das Kommunikationsverfahren der Kommunikationseinheit 24 ein. Das Bildmodulerfassungsmittel 26 kann separat oder Teil einer zentralen Überwachungseinheit 28 des Steuermittels 4 sein, die mit einer Steuereinheit 30 zum Steuern des Flugs des Luftfahrzeugs 2 verbunden ist. Hierzu ist die Steuereinheit 30 drahtgebunden mit einer Anzahl von Aktuatoren 32 verbunden, die zur Richtungssteuerung,

zur Geschwindigkeitssteuerung und Höhensteuerung des Flugs des Luftfahrzeugs 2, zu einer Abwehr eines als gefährlich eingestuften Flugobjekts, zur Ausgabe von Warnsignalen an den Bodenpiloten, usw. vorbereitet sind. Alternativ können die Überwachungseinheit 28 und die Steuereinheit 30 getrennt voneinander und insbesondere zwei unabhängige Elemente sein.

[0030] Zur einfachen Montage der Bildmodule 6 im Luftfahrzeug 2 ist das Luftfahrzeug 2 mit Aufnahmen 36 ausgestattet, von denen der Übersichtlichkeit nur eine Aufnahme 36 in Figur 1 angedeutet ist. In dieser Aufnahme 36 kann ein Bildmodul 6 mit seinem Gehäuse 8 eingesteckt und dort verriegelt werden. Die Aufnahmen 36 halten das darin befestigte Bildmodul 6 in einer vorbestimmten Ausrichtung zu einer Längsachse des Luftfahrzeugs 2, so dass das vom Bildmodul 6 aufgenommene Teilbild in seiner Richtung im Raum zugeordnet werden kann. In einer anderen Ausführungsvariante kann die Aufnahme 36 mit vorgefertigten drahtgebundenen Signalleitungen ausgestattet sein, die das befestigte Bildmodul 6 signaltechnisch mit dem Steuermittel 4 beziehungsweise der zentralen Überwachungseinheit 28 verbinden.

[0031] Während des Flugs des Luftfahrzeugs 2 werden von den acht Bildmodulen 6 Teilbilder des umgebenden Luftraums aufgenommen und auf das Vorhandensein eines Flugobjekts 34 durch jeweils die Bildverarbeitungsmittel 16 untersucht. Bei dieser Flugobjekterkennung wird das eventuell im Teilbild aufgenommene Flugobjekt 34 zunächst als solches vom Bildverarbeitungsmittel 16 erfasst. Außerdem wird die Winkellage der Sichtlinie 38 vom entsprechenden Bildmodul 6 zum Flugobjekt 34 vom Bildverarbeitungsmittel 16 festgestellt. Dieses Erfassen und die Winkellagenerkennung kann aus einem einzigen Teilbild erfolgen, da eine Bewegungserfassung des Flugobjekts 34 beziehungsweise dessen Sichtlinie 38 nicht erforderlich ist. Sowohl die Flugobjekterfassung als auch die Winkellagenerkennung werden als zwei getrennte Erkennungsergebnisse an die zentrale Überwachungseinheit 28 gegeben.

[0032] Bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel wird das herannahende Flugobjekt 34 von den beiden Bildmodulen 6b und 6c erfasst. Diese beiden Bildmodule 6b, 6c senden also dieses Erkennungsergebnis an die Überwachungseinheit 28, die daraus weitere Schlussfolgerungen ziehen kann, beispielsweise eine mögliche Gefährdung des Luftfahrzeugs 2 durch das herannahende Flugobjekt 34 und mögliche Flugänderungsschritte oder dergleichen. Alternativ sind die Bildmodule beziehungsweise deren Bildverarbeitungsmittel 16 dazu ausgeführt, auch ein Gefahrenpotential durch das Flugobjekt 34 selbstständig festzustellen. Auch dieses Feststellungsergebnis kann als Erkennungsergebnis an die zentrale Überwachungseinheit 28 übermittelt werden.

[0033] Auch bei dieser umfangreicheren Flugobjekterkennung sind die von den Bildmodulen 6 an die Überwachungseinheit 28 gesendeten Daten von ihrem Umfang pro Zeit so gering, dass sie problemlos über die drahtlose

Funkkommunikation übermittelt werden können. Eine Übermittlung der Teilbilder beziehungsweise von Bilddaten der Teilbilder von den Bildmodulen 6 sowohl untereinander als auch zur zentralen Überwachungseinheit 28 ist nicht notwendig.

[0034] Die acht Bildmodule 6 sind in unterschiedlichen Positionen am Luftfahrzeug 2 angeordnet wie in Figur 1 angedeutet ist. Die acht Bildmodule 6 sind hierbei so vor-
eingestellt, dass ihre Sensorsteuerung unterschiedlich
ist und auch die Flugobjekterkennung unterschiedlich
durchgeführt wird. Hierbei sind die Bildmodule 6 in drei
Gruppen unterteilt, nämlich als erste Gruppe die beiden
vorderen Bildmodule 6a, 6b, als zweite Gruppe die vier
mittleren Bildmodule 6c - 6f und als dritte Gruppe die
beiden hinteren Bildmodule 6g, 6h. Während die vorderen
Bildmodule 6a, 6b in ihrer Flugobjekterkennung auf
schnellere Flugobjekte 34 ausgerichtet sind, sind die beiden
hinteren Bildmodule 6g, 6h auf langsamere Flugobjekte 2
ausgerichtet, die also sowohl in ihrer Relativbewegung
gegenüber dem Hintergrund als auch in ihrer Relativbewegung
zum Luftfahrzeug 2 in der Regel sich langsamer bewegen.
Die mittleren Bildmodule 6c - 6f sind auf eine besonders
schnelle Bewegung der Sichtlinie 38 zum Objekt 34
optimiert. Entsprechend ist die Sensorsteuerung
vorteilhaft eingestellt.

Bezugszeichenliste

[0035]

2	Luftfahrzeug
4	Steuermittel
6a	Bildmodul
6b	Bildmodul
6c	Bildmodul
6d	Bildmodul
6e	Bildmodul
6f	Bildmodul
6g	Bildmodul
6h	Bildmodul
8	Gehäuse
10	Abbildungsoptik
12	Bildsensor
14	Bildspeicher

- 16 Bildverarbeitungsmittel
- 18 Kommunikationseinheit
- 20 Funkschnittstelle
- 22 Funkschnittstelle
- 24 Kommunikationseinheit
- 26 Bildmodulerfassungsmittel
- 28 Überwachungseinheit
- 30 Steuereinheit
- 32 Aktuator
- 34 Flugobjekt
- 36 Aufnahme
- 38 Sichtlinie

Patentansprüche

1. Verfahren zum Überwachen eines Luftraums um ein Luftfahrzeug (2), das mit mehreren Bildmodulen (6a-6h) mit jeweils zumindest einer Abbildungsoptik (10) und einem Bildsensor (12) ausgerüstet ist, bei dem die Bildsensoren (12) jeweils ein Teilbild der Umgebung aufnehmen und ein Bildverarbeitungsmittel (16) die Umgebung unter Verwendung der Teilbilder auf abgebildete andere Flugobjekte (34) untersucht, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Bildmodul (6a-6h) ein eigenes Bildverarbeitungsmittel umfasst, das die Flugobjekterkennung anhand der vom Bildmodul (6a-6h) aufgenommenen Teilbilder durchführt und ein Erkennungsergebnis ausgibt, und der Luftraum unter Verwendung der Erkennungsergebnisse der Bildmodule (6a-6h) überwacht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Datenübertragung von den Bildmodulen (6a-6h) an eine zentrale Überwachungseinheit (28) drahtlos erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flugobjekterkennung ein Erfassen eines im Teilbild abgebildeten Flugobjekts (34) und ein Ermitteln von dessen Winkelkoordinaten beinhaltet.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flugobjekterkennung ein Erfassen des Flugobjekts (34) aus einem einzigen Teilbild beinhaltet.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Flugobjekterkennung eine Bewertung eines im Teilbild abgebildeten Flugobjekts (34) auf ein Gefahrenpotential beinhaltet.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bildmodule (6a-6h) in unterschiedlichen Positionen am Luftfahrzeug (2) angeordnet sind und eine Sensorsteuerung der einzelnen Bildmodule (6a-6h) in Abhängigkeit von ihrer Position und somit unterschiedlich erfolgt.
8. Bildmodul (6a-6h) zum Überwachen eines Luftraums um ein Luftfahrzeug (2) mit einem Gehäuse (8), in dem eine Abbildungsoptik (10) und ein Bildsensor (12) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Gehäuse (8) ein Bildverarbeitungsmittel (16) angeordnet ist, das dazu vorbereitet ist, eine Flugobjekterkennung anhand von vom Bildsensor (12) aufgenommenen Teilbildern der Umgebung durchzuführen.
9. Luftfahrzeug (2) mit mehreren Bildmodulen (6a-6h) jeweils nach Anspruch 8 und einer zentralen Überwachungseinheit (28), die dazu vorbereitet ist, unter Verwendung von Erkennungsergebnissen der Bildmodule (6a-6h) Flugsteuersignale auszugeben.
10. Luftfahrzeug nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zentrale Überwachungseinheit (28) ein Bildmodulerfassungsmittel (24) umfasst, das zur Zusammenarbeit mit verschiedenen vielen Bildmodulen (6a-6h) vorbereitet ist und dazu, die Anzahl der momentan zur Luftraumüberwachung verwendeten Bildmodule (6a-6h) zu erfassen und mit diesen zusammenzuarbeiten.
11. Luftfahrzeug nach Anspruch 9 oder 10, **gekennzeichnet**

durch mehrere vorbereitete Aufnahmen (36) zum Aufnehmen und Betreiben von jeweils einem Bildmodul (6a-6h).

12. Luftfahrzeug nach einem der Ansprüche 9 bis 11, 5
dadurch gekennzeichnet,
dass unterschiedliche Typen von Bildmodulen (6a-6h) in geometrisch unterschiedlichen Positionen am Rumpf des Luftfahrzeugs (2) verteilt sind.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

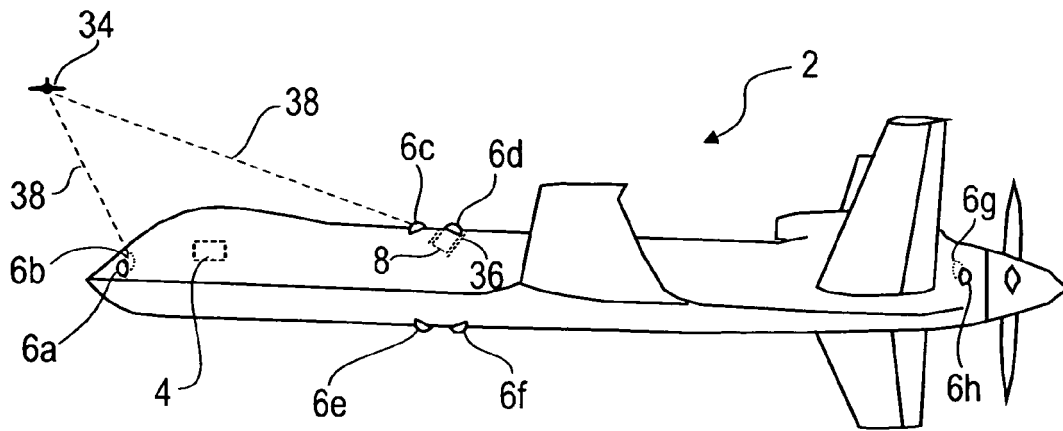
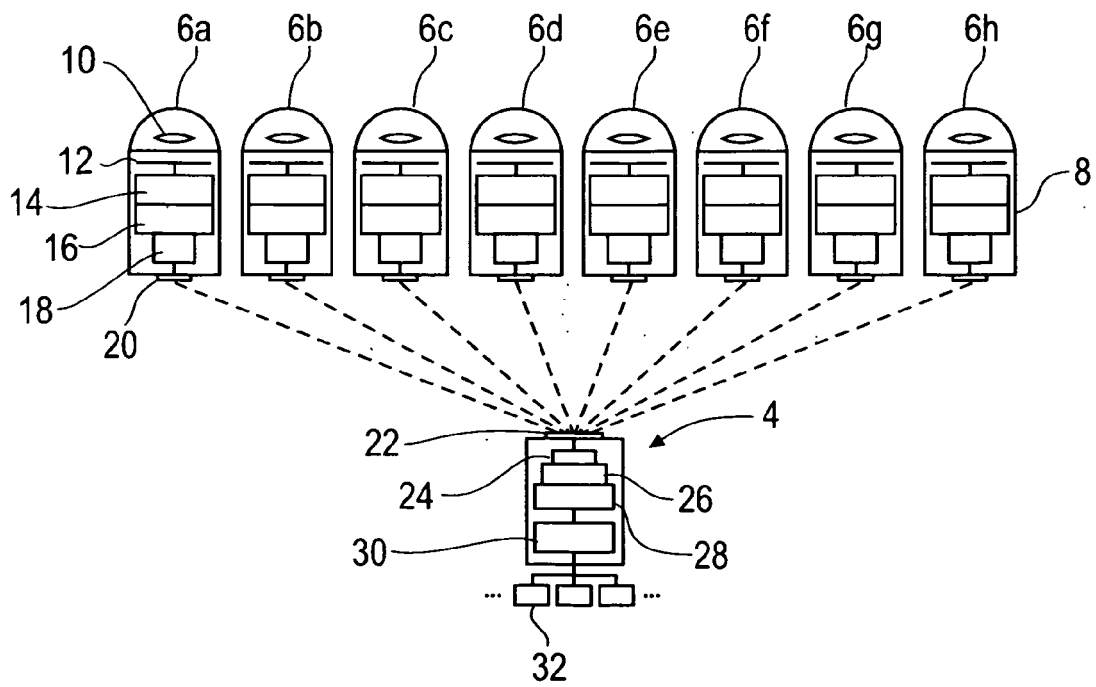


Fig. 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 00 2568

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	EP 2 159 779 A1 (SAAB AB [SE]) 3. März 2010 (2010-03-03) * Seite 4, Zeile 45 - Seite 5, Zeile 8; Abbildungen 1,2 * * Seite 5, Zeile 23 - Zeile 39 * -----	1,3-9,11	INV. G08G5/00
Y	US 5 581 250 A (KHVILIVITZKY ALEXANDER [US]) 3. Dezember 1996 (1996-12-03) * Zusammenfassung * * Spalte 3, Zeile 46 - Zeile 58 * * Spalte 4, Zeile 6 - Zeile 16; Abbildung 1 * * Spalte 4, Zeile 30 - Zeile 35 * * Spalte 4, Zeile 48 - Spalte 5, Zeile 39; Abbildung 5 * -----	1,4,6-9,11,12	
Y	WO 2007/144386 A1 (EVOTEC TECHNOLOGIES GMBH [DE]; DAFFERTSHOFER MARTIN [DE]; HINNAH SILKE) 21. Dezember 2007 (2007-12-21) * Seite 18, letzter Absatz - Seite 19, Absatz 1; Abbildung 2a * -----	1,3-9,11,12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			G08G G06K G06T
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. August 2012	Prüfer Heß, Rüdiger
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 12 00 2568

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

03-08-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2159779 A1	03-03-2010	EP 2159779 A1	03-03-2010
		US 2011210872 A1	01-09-2011
		WO 2010024751 A1	04-03-2010
US 5581250 A	03-12-1996	KEINE	
WO 2007144386 A1	21-12-2007	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 1505556 A1 [0002]
- WO 20008020889 A2 [0003]