

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 777 100 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
24.07.2002 Patentblatt 2002/30

(51) Int Cl.7: **F41G 7/22, F41G 7/00**

(21) Anmeldenummer: **96119417.2**

(22) Anmeldetag: **04.12.1996**

(54) **Flugkörper-Waffensystem**

Missile weapon system

Système d'arme missile

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE ES FR GB IT NL SE

(30) Priorität: **09.12.1995 DE 19546017**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.06.1997 Patentblatt 1997/23

(73) Patentinhaber: **LFK Lenkflugkörpersysteme
GmbH
81663 München (DE)**

(72) Erfinder: **Hiebl, Mafred, Dipl.-Phys.
82054 Sauerlach (DE)**

(74) Vertreter: **Hummel, Adam et al
EADS Deutschland GmbH
LG-PM - Patente
Willy-Messerschmitt-Strasse
85521 Ottobrunn (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 2 243 590 DE-A- 3 334 729
DE-A- 3 435 634 US-A- 3 986 682
US-A- 5 274 236

EP 0 777 100 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Flugkörper-Waffensystem mit einer Suchkopfoptik und einem Einweisungsprozessor nach Anspruch 1.

[0002] Solche Waffensysteme nach dem sogenannten "Fire and Forget-System" sind an sich bekannt. Bei solchen Systemen ist der Flugkörper nach dem Abfeuern bei der Zielsuche völlig auf sich selbst gestellt. Hierzu ist er mit einer kardanisch aufgehängten Suchkopfkamera und mit einem Tracker ausgerüstet, der durch sukzessiven Bildvergleich mittels eines Korrelationsverfahrens sein ihm zugewiesenes Ziel bis zum Treffer verfolgt, wobei der Suchkopf sich nach dem Abschluß völlig autonom bewegt und unbeeinflussbar ist. Selbstverständlich muß dem Flugkörper - beziehungsweise seinem "Einweisungsprozessor" (Alignment-Prozessor) - vor dem Abflug das anzufliegende Ziel angegeben bzw. er auf dieses Ziel eingewiesen werden. Hierzu bedient man sich eines sogenannten Bildvergleichs, bei dem Bilder des Schützenvisiers mit denen des Suchkopfes verglichen und korreliert werden. Nun hat aber der Suchkopf gegenüber dem Schützenvisier ein erheblich kleineres Sehfeld, sieht also lediglich einen Ausschnitt des größeren Visierbildes. Die Übereinstimmung beider Bilder führt kontinuierlich der Alignment-Prozessor aus, wobei der Vergleich so erfolgt, daß von der linken oberen Ecke des Suchkopfbildes Zeile für Zeile und Spalte für Spalte im Visierbild abgefragt wird und für jede Position der Korrelationskoeffizient bzw. ein verwandtes Kriterium ermittelt wird. Dort wo der Korrelationskoeffizient maximal ist, ist die Wahrscheinlichkeit, daß beide Bilder deckungsgleich sind, am größten.

[0003] Da nun beim heutigen Stand der Technik der Suchkopf eine Festbrennweite besitzt, kann der Schütze den Bildausschnitt nicht selbst bestimmen, sondern der Suchkopf ist auf das angewiesen "was er zu sehen bekommt". Die Brennweite der Suchkopfoptik ist so dimensioniert, daß ein normales Panzerziel in 500 m Entfernung - dies ist die Minimalentfernung - noch voll "ins Bild" paßt. Dies hat aber den Nachteil, daß sich das Ziel in der Maximalentfernung von ca. 4, 5 km relativ sehr klein darstellt. (ca. 4 samples). Neben dem Ziel ist hier also noch jede Menge Hintergrund im Bild enthalten. Dieser Hintergrund ist umso störender, je kleiner das Ziel ist.

[0004] Nun aber hat die optische Achse des Visiers von der optischen Achse des Suchkopfes einen durch den Träger (Hubschrauber) bedingten Abstand, also eine Parallaxe, die in Höhe und Breite etwa 5 m beträgt. Damit ist auch der Blickwinkel vom Suchkopf auf das Ziel ein anderer als vom Visier aus. Für den Bildvergleich durch den Alignment-Prozessor ist es jedoch wesentlich, daß Suchkopf- und Visieroptik das gleiche sehen. Dies ist aber nicht gegeben, wenn sich Vorder- oder Hintergrundobjekte im Bild befinden (Figur), was als Normalfall anzusprechen ist. Dadurch aber wird der Bildvergleich wesentlich verschlechtert und führt zu ei-

nem großen Einweisfehler.

[0005] Durch die US 3 986 682 ist ein Flugkörper-Waffensystem bekannt geworden, bei dem durch Vergleich von zur Deckung gebrachter Visier- und Suchkopfbilder mittels eines Korrelationsverfahrens kontinuierlich ein Ziel verfolgt, wobei die Bildgröße der Zielsuchkopfoptik von Anfang an klein gewählt wird.

[0006] Durch die DE 33 34 729 A1 ist ein Verfahren zur Ausrichtung eines Zielsuchkopfes eines selbstgesteuerten Flugkörpers bekannt, bei dem ein das Ziel enthaltendes Bild und ein vom Zielsuchkopf erzeugtes Bild mit Hilfe einer Bildkorrelation einander angepaßt werden.

[0007] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Waffensystem der eingangs genannten Art zu schaffen, bei dem die Einweiswahrscheinlichkeit von mindestens 85 % erreicht und gewährleistet wird und der Alignment-Prozessor durch Stabilisierungsrestfehler nahezu unstörrbar ist, die Harmonisierung in Bodennähe und das Suchkopfbild in der Auflösung verbessert wird.

[0008] Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 aufgezeigten Maßnahmen gelöst. In der nachfolgenden Beschreibung ist ein Ausführungsbeispiel beschrieben und in der Figur der Zeichnung ein Szenenbildvergleich in Ansicht und Draufsicht dargestellt.

[0009] Wie aus vorstehenden Ausführungen hervorgeht, ist eine optimale Einweisungswahrscheinlichkeit nur zu erzielen, wenn parallaxenfreie Bilder vorhanden sind. Dies ist durch Minimierung der Zielumgebung erreichbar, d.h. die Zielumgebung geht nicht, oder nur geringfügig in den Bildvergleich ein. Zu diesem Zweck muß die Markierungsbox an die Größe des Zieles angepaßt, also soweit verkleinert oder vergrößert werden, daß so wenig wie möglich an Hintergrund in der Markierungsbox enthalten ist. Die Markierungsbox ist ein vom Display prozessorgenerierter rechteckiger, nicht voll ausgezogener weißer Rahmen mit angedeuteten Ecken. Diese ist derzeit quadratisch ausgelegt und ihre Größe wird voreingestellt. Der Schütze kann nun die Markierungsbox über die Bedienelemente (Operator Controls) entweder vergrößern oder verkleinern, sozusagen zoomen. Der operationelle Zustand - also "Vergrößern" oder "Verkleinern" - wird auf dem MIL-Bus dem Feuerleitrechner (FCC) mitgeteilt. Aus der Zeit, wie lange der Schütze die Zoomtaste gedrückt hält und der Zoomgeschwindigkeit berechnet der FCC (Firing Control Computer) die aktuelle Markierungsboxgröße, die dem Tracker zum Setzen der Trackboxgröße vom FCC mitgeteilt wird. Mit Hilfe der reduzierten Sehfeldgröße, die der Größe der Markierungsbox entspricht, und der bekannten Sensorabmessung des Suchkopfes ist der FCC in der Lage, die jeweilige Brennweite der Suchkopfoptik zu berechnen und diese der Munition auf dem Bus mitzuteilen bzw. einzugeben. Der Suchkopf regelt seinen aktuellen Istwert auf den vom FCC kommandierten Sollwert nach und gibt jedem Rahmen (Frame) die aktuell erreichte Sehfeldgröße an den FCC zurück, bis die-

ser die Übereinstimmung der Sehfelder feststellt. Der Regelkreis kann so lange aufrechterhalten werden, wie der Schütze seinerseits an den "Operator Controls" nachregelt.

[0010] Bei der Berechnung der Brennweite ist jedoch zu beachten, daß das Suchkopfbild rotationssymmetrisch ist und nur derjenige Teil mit dem Visierbildausschnitt verglichen werden kann, der innerhalb eines einbeschriebenen Quadrates liegt. Dem Sensorverhältnis ist geometrisch durch einen Faktor $\sqrt{2}$ Rechnung zu tragen

[0011] Eine angemessene Markierungsboxgröße einzustellen, ist bei bewegten Zielen unter Einschluß der Trägerbewegungen schwieriger als bei stehenden Zielen und unbewegtem Träger. Die Trägerbewegungen sind durch Einschaltung des Hintergrundtrackers zu minimieren, so daß nur noch die Relativbewegung des Zieles in Rechnung zu stellen ist.

[0012] Ist die richtige Markierungsboxgröße gefunden, muß dieser Bildausschnitt mit einem gleich großen Ausschnitt des Suchkopfbildes verglichen werden. Hierzu wird nun vorgeschlagen, den Suchkopf mit einem Zoomobjektiv auszurüsten, das in der Lage ist, das Sehfeld soweit zu verkleinern, bis das Ziel auch in maximaler Zielentfernung noch "bildfüllend" ist. Die entsprechende Sehfeldgröße wird durch den FCC (Fire Control Computer) über den Waffensystem-Bus durchgeführt.

[0013] Bildfüllend heißt nun nicht, daß das Ziel in maximaler Entfernung das ganze Bild ausfüllen muß. Es ist ausreichend, wenn ein guter Bildvergleich auch für Fernziele gewährleistet ist und auch den erhöhten Vibrationspegeln, denen eine Fernbereichsoptik im Gegensatz zu den Nahbereichsoptiken ausgesetzt ist, noch ein ausreichendes Detektieren zuläßt.

[0014] Dadurch ist nun ein Waffensystem geschaffen, das die gewünscht optimal hohe Einweisungswahrscheinlichkeit gewährleistet und den bisherigen Einfluß der Parallaxe auf die Korrelation ausschaltet, ferner eine wesentliche Harmonisierung in Bodennähe und eine verbesserte Auflösung des Suchkopfbildes erbringt. Die "Bildexplosion", die besonders im Endflug der Munition schnell veränderliche Verhältnisse herbeiführt und die Algorithmen ungünstig beeinflusst, wird bis nahe an die "Endzeit" verlegt. Aufgrund der höheren Auflösung der Zoom-Optik wird auch das "Target-Handover-Kriterium" entscheidend verbessert.

Patentansprüche

1. Flugkörper-Waffensystem mit einem kardanisch aufgehängten Zielsuchkopf und einem Einweisungsprozessor (Tracker), der durch Vergleich von zur Deckung gebrachter Visier- und Suchkopfbilder mittels eines Korrelationsverfahrens kontinuierlich sein Ziel ermittelt, **dadurch gekennzeichnet, daß**

a) der Zielmarkierungsrahmen im Visierbild zur

Reduzierung des Einflusses der Parallaxe auf die Korrelation durch Verkleinerung oder Vergrößerung an die Größe des Zieles anpaßbar ist und in der gewählten Größe der Zielsuchkopfoptik eingegeben wird,

b) der Zielsuchkopf mit einem an die Waffensystemreichweite angepaßten Zoomobjektiv versehen ist, welches das Sehfeld soweit verkleinert, bis das Ziel im Dekkungsbild in allen Zielentfernungen immer mindestens nahezu "bildfüllend" dargestellt wird,

c) die auf den Zielsuchkopf bzw. dessen Zoomoptik einwirkenden Vibrationspegel durch Einschalten des bordeigenen Hintergrundtrackers weitgehend eliminiert werden und

d) durch Anpassung der Auflösung beider Sensoren für die Zielübergabe ein Wert für die Korrelationsgröße vorgegeben wird.

Claims

1. A missile weapon system with a gimbal-suspended homing head and a guiding processor (tracker), which continuously tracks its target by comparing superimposed sight images and homing-head images by means of a correlation method, **characterised in that**

a) to reduce the influence of parallax on the correlation, the target-marking frame in the sight image is adjustable to the size of the target by reduction or enlargement, and input into the homing-head optic in the selected size,

b) the homing head is provided with a zoom lens adjusted to the weapon-system range, which reduces the field of vision until the target in the superimposed image is represented so that it always at least almost fills the frame in all target distances,

c) the vibration level acting on the homing head or its zoom lens is largely eliminated by switching on the on-board background tracker and

d) a value for the correlation variable is given by adjusting the resolution of the two sensors for target transfer.

Revendications

1. Système missile comportant une tête chercheuse de cible suspendue par une liaison à cardan et un

processeur d'alignement (processeur de poursuite)
qui compare l'image de visée et l'image de la tête
chercheuse mises en concordance, en appliquant
un procédé de corrélation, de manière continue,
pour déterminer son objectif,

5

caractérisé en ce que

- a) le cadre de marquage de l'objectif est intro-
duit dans l'image de visée pour réduire l'influen-
ce du parallaxe sur la corrélation en réduisant 10
ou en augmentant la taille de l'objectif, par
adaptation, et en introduisant les grandeurs
choisies de l'optique de la tête chercheuse,
b) la tête chercheuse de cibles est équipée d'un 15
objectif zoom adapté à la portée du système
d'armement qui réduit le champ de visée dans
la mesure où la cible est représentée avec che-
vauchement pour tous les éloignements de ci-
bles, toujours pratiquement de manière à rem-
plir l'image, 20
c) le niveau des vibrations influençant la tête
chercheuse de cibles ou son optique zoom,
peut être éliminé dans une très large mesure
par la mise en oeuvre du dispositif de poursuite
de l'arrière-plan, installé à bord, et 25
d) pour la transmission de l'objectif, on prédé-
termine une valeur pour la grandeur de corré-
lation, en adaptant la résolution des deux cap-
teurs

30

35

40

45

50

55

