



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 18.12.74 (P. 176576)

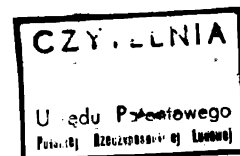
Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 17.07.76

Opis patentowy opublikowano: 15.05.1978

MKP G01c 11/00

Int. Cl.²
G01C 11/00



Twórcy wynalazku: Antoni Łukaszuk, Tadeusz Medudzyn

Uprawniony z patentu: Szefostwo Techniki Lotniczej MON, Warszawa
(Polska)

Sposób i układ do określania przestrzennego toru obiektu powietrznego

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób oraz układ do określania przestrzennego toru obiektu powietrznego, stosowane szczególnie w technice wojskowej, na przykład przy ocenie właściwości dynamicznych pocisków. Ponadto potrzeba określania przestrzennych torów obiektów powietrznych występuje w lotnictwie przy wykonywaniu prób samolotów.

W dotychczas znanym sposobie obiekt powietrzny filmuje się za pomocą co najmniej dwóch zsynchronizowanych w czasie kinoteodolitów, a następnie oblicza analitycznie względem założonego przestrzennego układu odniesienia współrzędne chwilowych położen tego obiektu, zarejestrowanych na kolejnych parach odpowiadających sobie kadrów obu kinoteodolitów.

Chwilowe położenie obiektu powietrznego wyznaczone jest każdorazowo przez punkt przecięcia osi optycznych kinoteodolitów, których chwilowe położenia katowe są również rejestrowane na kadrach, a następnie odpowiednio korygowane, gdy zarejestrowany na kadrze obiekt powietrzny nie leży w centralnym punkcie kadru, przez który przechodzi jego oś optyczna.

Znany jest również sposób, w którym obiekt powietrzny filmuje się za pomocą co najmniej dwóch zsynchronizowanych w czasie kamer balistycznych, a następnie oblicza analitycznie względem założonego, przestrzennego układu odniesienia współrzędne chwilowych położen tego obiektu, zareje-

2

strowanych na dwóch kadrach kamer balistycznych. Współrzędne te są wyznaczone każdorazowo przez położenie kolejnych dwóch odpowiadających sobie i leżących na kadrach obu kamer balistycznych punktów względem naniesionych na te kadry centralnych punktów odniesienia oraz położenie obu kadrów względem przyjętego układu odniesienia.

Wadą znanych sposobów jest konieczność synchronizacji czasu filmowania obu współpracujących ze sobą urządzeń filmujących.

Znany układ do określania przestrzennego toru obiektu powietrznego, zawiera co najmniej jeden zespół filmujący, składający się z dwóch lub trzech kamer balistycznych, wypoziomowanych i ustawionych w założonej odległości od siebie tak, by ich osie optyczne, o stałym położeniu katowym, obejmowały obrany obszar powietrzny, w którym porusza się filmowany obiekt powietrzny. Mechanizmy sterowania wchodzących w skład zespołu kamer balistycznych są włączone do wspólnego obwodu sterowania, realizowanego za pomocą łączności przewodowej lub radiowej.

Znane układy wymagają stosowania specjalistycznych i stosunkowo skomplikowanych urządzeń filmujących w postaci kinoteodolitów lub kamer balistycznych. Ponadto, z uwagi na znaczne odległości pomiędzy parą współpracujących ze sobą urządzeń filmujących, które w praktyce mogą wynosić nawet kilkadziesiąt kilometrów, synchroni-

zowanie tych urządzeń w czasie jest bardzo uciążliwe. Brak jest gwarancji uzyskania pełnej synchronizacji, co rzutuje na dokładność określania przestrzennego toru obiektu powietrznego. Ponadto kamery balistyczne można stosować tylko w nocy.

Celem wynalazku jest wyeliminowanie tych wad poprzez opracowanie sposobu i układu, któreby nie wymagały synchronizacji czasu filmowania i które można by stosować przy użyciu prostszych i ogólnie dostępnych środków technicznych.

Cel ten osiągnięto w sposobie według wynalazku, którego istota polega na tym, że obiekt powietrzny filmuje się na zaopatrzonych w układy współrzędnych kadrach co najmniej dwóch niezynchronizowanych w czasie urządzeń filmujących o stałych i korzystnie przecinających się osiach optycznych, identyfikuje analitycznie i/lub wykreśli parę punktów, odpowiadających sobie i leżących na kadrach obu urządzeń filmujących, a następnie oblicza analitycznie i/lub wykreśli współrzędne chwilowych położenia sfilmowanego obiektu powietrznego względem przyjętego, przestrzennego układu odniesienia, w zależności od położenia zidentyfikowanych par punktów na przynależnych im kadrach oraz położenia tych kadrów względem przyjętego, przestrzennego układu odniesienia.

Identyfikacji par odpowiadających sobie punktów dokonuje się w oparciu o warunek, że ich współrzędne, liczone względem naniesionych na kadry układów współrzędnych, muszą spełniać równania krzywych, wyznaczonych na kadrach obu urządzeń filmujących przez kolejne i leżące na tych kadrach punkty oraz równanie, warunkujące przecięcie się przechodzących przez te punkty prostych rzutujących obiekt powietrzny na płaszczyznę kadrów.

Drugi sposób według wynalazku polega na tym, że obiekt powietrzny filmuje się na zaopatrzonych w układy współrzędnych kadrach, korzystnie dwóch urządzeń filmujących, niezynchronizowanych w czasie, o ruchomych i śledzących filmowany obiekt powietrzny osiach optycznych, a współrzędne otrzymanych na kolejnych kadrach obu urządzeń filmujących chwilowych położenia obiektu sprowadza się do obranego układu o dwóch, związanych z obydwoma urządzeniami filmującymi, stałych i korzystnie przecinających się osiach optycznych i przynależnych tym osiom kadrach. Następnie dokonuje się analitycznie i/lub wykreśli identyfikacji par leżących na tych kadrach i odpowiadających sobie punktów w oparciu o warunek, że sprowadzone do tych kadrów współrzędne chwilowych położenia obiektu powietrznego muszą spełniać równania krzywych wyznaczonych przez kolejne i leżące na tych kadrach punkty oraz równanie, warunkujące przecięcie się przechodzących przez te punkty prostych rzutujących obiekt powietrzny na płaszczyznę tych kadrów.

Znając współrzędne kolejnych par odpowiadających sobie punktów wyznacza się analitycznie i/lub wykreśli współrzędne chwilowych położenia obiektu powietrznego względem obranego, przestrzen-

nego układu odniesienia, otrzymując przestrzenny tor tego obiektu.

Sposoby według wynalazku pozwalają wyeliminować konieczność synchronizacji czasu filmowania oraz błędy odtwarzania przestrzennego toru obiektu powietrznego, wynikające z niepełnej synchronizacji czasu filmowania obu współpracujących ze sobą urządzeń filmujących.

Istota układu według wynalazku, polega na tym, że każdy z ustawionych wzdłuż filmowanego obszaru powietrznego zespołów filmujących utworzony jest z co najmniej dwóch, niezynchronizowanych ze sobą kamer filmowych, umieszczonych rozłącznie na statywach i zaopatrzonych w środki techniczne do nanoszenia na kolejne kadry filmów układu współrzędnych korzystnie w postaci umieszczonej w obiektywie, przezroczystej płytki z naniesionym na jej powierzchni układem współrzędnych. Każdy statyw zaopatrzony jest w urządzenie do zmiany oraz pomiaru i/lub rejestracji położenia osi optycznej umieszczonej na nim kamery filmowej.

Układ według wynalazku pozwala na określanie przestrzennego toru obiektu powietrznego przy użyciu prostych urządzeń filmujących i bez ich synchronizowania w czasie. Można również stosować do tego celu kamery balistyczne lub kinoteodolity, ale bez wykorzystywania elementów synchronizujących ich pracę w czasie.

Sposoby według wynalazku wyjaśniają bliżej przykłady

Przykład I. Obiekt powietrzny filmuje się za pomocą dwóch kamer filmowych, wypoziomowanych i ustawionych w znacznej odległości tak, by ich osie optyczne, o stałym i znanym położeniu kątowym, przecinały się w pobliżu centralnego punktu filmowanego obszaru powietrznego.

Otrzymane na kolejnych i zaopatrzonych w układy współrzędnych prostokątnych kadrach obu kamer punkty nanosi się, oddzielnie dla każdej z kamer, na płaszczyznę równoległą do kadrów i przechodzącą przez punkt przecięcia osi optycznych obu kamer, powiększając ich współrzędne odpowiednio proporcjonalnie do odległości pomiędzy daną kamerą a punktem przecięcia jej osi optycznej z osią optyczną drugiej kamery oraz odwrotnie proporcjonalnie do ogniskowej danej kamery. Naniesione punkty wyznaczają dwie krzywe, będące rzutami określanego przestrzennego toru obiektu powietrznego na dwie płaszczyzny, których położenie uwarunkowane jest kątami azymutu i elewacji obu kamer oraz odległością pomiędzy nimi. A więc para leżących na obu krzywych i odpowiadających sobie punktów wyznacza chwilowe położenie obiektu powietrznego. Następnie dokonuje się analitycznie identyfikacji kolejnych par odpowiadających sobie punktów z warunku, że każdy z nich musi leżeć na jednej z wyznaczonych uprzednio krzywych, a więc współrzędne każdego z nich muszą spełniać równanie tej krzywej, a ponadto współrzędne tych punktów muszą spełniać równanie, warunkujące przecięcie się prostych przechodzących przez te punkty i punkty ustawienia odpowiadających im kamer filmowych.

Na podstawie współrzędnych par odpowiadających sobie punktów wyznacza się analitycznie współrzędne chwilowych położenia obiektu powietrznego, względem przestrzennego prostokątnego układu odniesienia, którego dwie osie leżą w płaszczyźnie poziomej a początek leży w punkcie przecięcia osi optycznych kamer.

Przykład II. Obiekt powietrzny filmuje się za pomocą dwóch, wypoziomowanych i ustawionych w znacznej odległości od siebie kamer filmowych o ruchomych i śledzących filmowany obiekt osiach optycznych, związanych z obydwoma kamerami.

Współrzędne chwilowych położenia obiektu powietrznego, otrzymanych na kolejnych i zaopatrzonych w układy współrzędnych prostokątnych kadrach obu kamer, sprowadza się do obranego układu o dwóch stałych i przecinających się osiach optycznych i przynależnych tym osiom kadrów. Następnie identyfikuje się pary odpowiadających sobie punktów oraz ustala współrzędne chwilowych położenia obiektu powietrznego względem obranego, przestrzennego układu odniesienia analogicznie jak w przykładzie I.

Układ według wynalazku objaśniony jest bliżej na przykładzie. Układ składa się z dwóch kamer filmowych, wypoziomowanych i ustawionych na statywach w określonej odległości od siebie tak, by ich przecinające się osie optyczne obejmowały cały lub część obranego filmowanego obszaru powietrznego. Statyw każdej kamery filmowej zaopatrzony jest w obrotowo osadzoną w płaszczyznach poziomej i pionowej głowicą oraz podziałki kątowe, poziomą i pionową, wyznaczające kątowe położenie głowicy względem statywu. Ponadto obiektyw każdej z kamer zaopatrzony jest w przezroczystą płytkę z naniesionym centralnie na jej powierzchni prostokątnym układem odniesienia.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób określania przestrzennego toru obiektu powietrznego, polegający na analitycznym wyznaczeniu współrzędnych względem założonego, przestrzennego układu odniesienia chwilowych położenia tego obiektu, zarejestrowanych uprzednio na kadrach co najmniej dwóch, odpowiednio względem siebie i względem filmowanego obszaru powietrznego ustawionych, urządzeń filmujących, **znamienny tym**, że obiekt powietrzny filmuje się na zaopatrzonych w układy współrzędnych, korzystnie prostokątnych kadrach co najmniej dwóch niesynchronizowanych w czasie urządzeń filmujących o stałych i korzystnie przecinających się osiach optycznych, a następnie identyfikuje analitycznie i/lub wykreśli pary punktów, odpowiadających sobie i leżących na kadrach obu urządzeń filmujących oraz wyznacza analitycznie i/lub wykreśli na podstawie współrzędnych zidentyfikowanych par punktów, liczonych względem naniesionych na kadry układów współrzędnych, współrzędne chwilowych położenia obiektu powietrznego względem obranego, przestrzennego układu odniesienia.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że identyfikacji par odpowiadających sobie punktów

dokonuje się w oparciu o warunek, że współrzędne tych punktów, naniesionych na kadry układów współrzędnych, muszą spełniać równania krzywych wyznaczonych na kadrach obu urządzeń filmujących przez kolejne i leżące na tych kadrach punkty oraz równanie, warunkujące przecięcie się przechodzących przez te punkty prostych rzutujących obiekt powietrzny na płaszczyznę kadrów.

3. Sposób określania przestrzennego toru obiektu powietrznego, polegający na analitycznym wyznaczeniu współrzędnych względem założonego, przestrzennego, układu odniesienia chwilowych położenia tego obiektu, zarejestrowanych uprzednio na kadrach co najmniej dwóch, odpowiednio względem siebie i względem filmowanego obszaru powietrznego ustawionych urządzeń filmujących, **znamienny tym**, że obiekt powietrzny filmuje się na zaopatrzonych w układy współrzędnych, korzystnie prostokątnych, kadrach co najmniej dwóch, niesynchronizowanych w czasie, urządzeń filmujących o osiach ruchomych, śledzących filmowany obiekt, sprowadza współrzędne zarejestrowanych na kolejnych kadrach chwilowych położenia obiektu powietrznego do dwóch kadrów, związanych z dwoma obranymi, stałymi i korzystnie przecinającymi się osiami optycznymi obu urządzeń filmujących, a następnie identyfikuje się analitycznie i/lub wykreśli pary punktów, odpowiadających sobie i leżących na związanych z parą obranych osi optycznych kadrach oraz wyznacza analitycznie i/lub wykreśli, na podstawie współrzędnych zidentyfikowanych par punktów liczonych względem naniesionych na te kadry układów współrzędnych, współrzędne chwilowych położenia obiektu powietrznego względem obranego, przestrzennego układu odniesienia.

4. Sposób według zastrz. 3, **znamienny tym**, że identyfikacji par odpowiadających sobie punktów dokonuje się w oparciu o warunek, że współrzędne tych punktów, naniesionych na kadry układów współrzędnych, muszą spełniać równania krzywych wyznaczonych na kadrach obu urządzeń filmujących przez kolejne i leżące na tych kadrach punkty oraz równanie, warunkujące przecięcie się przechodzących przez te punkty prostych rzutujących obiekt powietrzny na płaszczyznę kadrów.

5. Układ do określania przestrzennego toru obiektu powietrznego, zawierający jeden lub kilka ustawionych wzdłuż obranego obszaru powietrznego zespołów filmujących, z których każdy składa się z co najmniej dwóch, ustawionych w założonej odległości od siebie i wypoziomowanych względem siebie urządzeń filmujących, zaopatrzonych w środki techniczne do zmiany oraz pomiaru i/lub rejestracji położenia swoich osi optycznych, **znamienny tym**, że każdy z zespołów filmujących utworzony jest z niesynchronizowanych ze sobą oraz umieszczonych rozłącznie na statywach kamer filmowych, zaopatrzonych w środki techniczne do nanoszenia na kolejne kadry filmów układu współrzędnych, korzystnie w postaci umieszczonej w obiektywie, przezroczystej płytki z naniesionym na jej powierzchni układem współrzędnych.