

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4989331号
(P4989331)

(45) 発行日 平成24年8月1日(2012.8.1)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int.Cl.

F 1

GO 1 S 13/66	(2006.01)	GO 1 S 13/66
GO 1 S 13/87	(2006.01)	GO 1 S 13/87
GO 1 S 13/91	(2006.01)	GO 1 S 13/91

P

請求項の数 7 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2007-163868 (P2007-163868)
(22) 出願日	平成19年6月21日 (2007.6.21)
(65) 公開番号	特開2009-2794 (P2009-2794A)
(43) 公開日	平成21年1月8日 (2009.1.8)
審査請求日	平成22年3月11日 (2010.3.11)

(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(74) 代理人	10009461 弁理士 溝井 章司
(72) 発明者	松崎 貴史 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
(72) 発明者	亀田 洋志 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
(72) 発明者	高瀬 恒弘 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】航跡統合装置及びプログラム及び航跡統合方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

情報を処理する処理装置と、航跡入力部と、第一位置推定部と、第二位置推定部と、残差算出部と、航跡精度算出部と、重み付け算出部と、統合航跡生成部とを有し、

上記航跡入力部は、上記処理装置を用いて、複数のセンサそれぞれについて、上記センサが目標を観測した観測データに基づいて推定した上記目標の航跡を表わすセンサ航跡データを繰り返し入力し、

上記第一位置推定部は、上記処理装置を用いて、上記複数のセンサそれぞれについて、上記航跡入力部が繰り返し入力したセンサ航跡データのうち最新のセンサ航跡データに基づいて、基準時刻における上記目標の位置を推定し、

上記第二位置推定部は、上記処理装置を用いて、上記複数のセンサそれぞれについて、上記航跡入力部が繰り返し入力したセンサ航跡データのうち過去のセンサ航跡データに基づいて、上記基準時刻における上記目標の位置を推定し、

上記残差算出部は、上記処理装置を用いて、上記複数のセンサそれぞれについて、上記第一位置推定部が推定した上記目標の位置と上記第二位置推定部が推定した上記目標の位置との差を計算して残差とし、

上記航跡精度算出部は、上記処理装置を用いて、上記複数のセンサそれぞれについて、上記航跡入力部が入力したセンサ航跡データに基づいて、上記センサ航跡データの精度を表わす航跡精度評価値を算出し、上記残差算出部が算出した残差が小さいほど上記センサ航跡データの精度が高いことを表わす航跡精度評価値を算出し、上記センサの観測誤差が

10

20

小さいほど上記センサ航跡データの精度が高いことを表わす航跡精度評価値を算出し、
上記重み付け算出部は、上記処理装置を用いて、上記複数のセンサそれぞれについて、
上記航跡精度算出部が算出した航跡精度評価値に基づいて、上記センサ航跡データの重み
付けを表わす航跡調整係数を算出し、上記複数のセンサのうち、上記航跡精度算出部が算
出した航跡精度評価値が表わすセンサ航跡データの精度が最も高いセンサについて、上記
航跡調整係数を1とし、他のセンサについて、上記航跡調整係数を0とし、

上記統合航跡生成部は、上記処理装置を用いて、上記重み付け算出部が算出した航跡調整係数に基づいて、上記複数のセンサ航跡データを統合し、統合航跡データを生成することを特徴とする航跡統合装置。

【請求項2】

10

上記第二位置推定部は、上記処理装置を用いて、上記複数のセンサそれぞれについて、
上記航跡入力部が繰り返し入力したセンサ航跡データのうち過去の複数のセンサ航跡データ
それぞれに基づいて、上記基準時刻における上記目標の位置を推定し、

上記残差算出部は、上記処理装置を用いて、上記複数のセンサのそれぞれについて、上
記第一位置推定部が推定した上記目標の位置と、上記第二位置推定部が推定した上記目標
の複数の位置を平均または加重平均した平均位置との差を計算して残差とする
ことを特徴とする請求項1に記載の航跡統合装置。

【請求項3】

上記航跡統合装置は、更に、観測誤差係数算出部を有し、

20

上記観測誤差係数算出部は、上記処理装置を用いて、上記複数のセンサそれぞれについ
て、上記センサの観測誤差に比例する観測誤差係数を算出し、

上記航跡精度算出部は、上記処理装置を用いて、上記複数のセンサそれぞれについて、
上記残差算出部が算出した残差と上記観測誤差係数算出部が算出した観測誤差係数との積
を計算して航跡精度評価値とし、

上記重み付け算出部は、上記処理装置を用いて、上記複数のセンサのうち、上記航跡精度
算出部が算出した航跡精度評価値が最も小さいセンサについて、上記航跡調整係数を1
とし、他のセンサについて、上記航跡調整係数を0とし、

上記統合航跡生成部は、上記処理装置を用いて、上記複数のセンサそれぞれについて、
上記第一位置推定部が推定した目標の位置と上記重み付け算出部が算出した航跡調整係数
との積を計算し、算出した複数の積の総和を計算して上記目標の統合推定位置とし、算出
した統合推定位置を含む統合航跡データを生成する
ことを特徴とする請求項1または請求項2に記載の航跡統合装置。

【請求項4】

30

上記重み付け算出部は、上記航跡精度算出部が算出した航跡精度評価値が表わすセンサ
航跡データの精度が最も高いセンサが変化した場合、上記処理装置を用いて、上記複数の
センサ航跡データのうち、上記センサ航跡データの精度が最も高いセンサ航跡データにつ
いて、上記航跡調整係数を0より大きく1より小さい所定の値とすることを特徴とする請
求項1乃至請求項3のいずれかに記載の航跡統合装置。

【請求項5】

40

上記重み付け算出部は、上記処理装置を用いて、上記複数のセンサそれぞれについて、
上記航跡入力部が入力したセンサ航跡データについての誤差共分散行列の対角成分の和に
に基づいて、上記誤差共分散行列の対角成分の和の逆数に比例する航跡調整係数を算出する
ことを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の航跡統合装置。

【請求項6】

情報を処理する処理装置を有するコンピュータを、請求項1乃至請求項5のいずれかに
記載の航跡統合装置として機能させることを特徴とするプログラム。

【請求項7】

情報を処理する処理装置を有する航跡統合装置が、複数のセンサによるセンサ航跡データ
を統合する航跡統合方法において、

上記処理装置が、複数のセンサそれぞれについて、上記センサが目標を観測した観測デ

50

ータに基づいて推定した上記目標の航跡を表わすセンサ航跡データを繰り返し入力し、上記処理装置が、上記複数のセンサそれぞれについて、繰り返し入力したセンサ航跡データのうち最新のセンサ航跡データに基づいて、基準時刻における上記目標の位置を推定し、

上記処理装置が、上記複数のセンサそれぞれについて、繰り返し入力したセンサ航跡データのうち過去のセンサ航跡データに基づいて、上記基準時刻における上記目標の位置を推定し、

上記処理装置が、上記複数のセンサそれぞれについて、最新のセンサ航跡データに基づいて推定した上記目標の位置と過去のセンサ航跡データに基づいて推定した上記目標の位置との差を計算して残差とし、

上記処理装置が、上記複数のセンサそれぞれについて、入力したセンサ航跡データに基づいて、上記センサ航跡データの精度を表わす航跡精度評価値を算出し、算出した残差が小さいほど上記センサ航跡データの精度が高いことを表わす航跡精度評価値を算出し、上記センサの観測誤差が小さいほど上記センサ航跡データの精度が高いことを表わす航跡精度評価値を算出し、

上記処理装置が、上記複数のセンサそれぞれについて、算出した航跡精度評価値に基づいて、上記センサ航跡データの重み付けを表わす航跡調整係数を算出し、上記複数のセンサのうち、上記航跡精度算出部が算出した航跡精度評価値が表わすセンサ航跡データの精度が最も高いセンサについて、上記航跡調整係数を 1 とし、他のセンサについて、上記航跡調整係数を 0 とし、

上記処理装置が、算出した航跡調整係数に基づいて、上記複数のセンサ航跡データを統合し、統合航跡データを生成することを特徴とする航跡統合方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、複数のセンサが目標を観測した観測データに基づいて目標の航跡を推定した複数のセンサ航跡データを統合する航跡統合装置に関する。

【背景技術】

【0002】

複数のセンサが目標を観測した観測データに基づいて目標の航跡を推定するシステムにおいて、センサから観測データを収集して、追尾・相關・統合などの処理を一箇所で行う方式がある。

また、センサ側で追尾・相關・統合などの処理を行い、センサ単独で航跡を生成してから、生成された航跡データを収集して、航跡間の相關・統合をする方式がある。

後者的方式は、センサから中央（航跡統合装置）に送られる情報量が少ないので、通信負荷や中央の処理負荷が低減されるという利点がある。

【特許文献 1】特開平 8 - 304528 号公報

【特許文献 2】特開 2007 - 10367 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

センサが目標を観測する観測方法によって、目標の検出位置が異なる場合がある。また、同一の観測方法を用いる場合であっても、センサと目標との位置関係その他の条件により、目標の検出位置が異なる場合がある。

このため、センサが生成する航跡の間には、観測方法などの要因により生じるバイアス誤差が存在する場合がある。

【0004】

この発明は、例えば、上記のような課題を解決するためになされたものであり、センサ側で生成した航跡の間にバイアス誤差が含まれている場合でも、精度の高い航跡を生成す

10

20

30

40

50

ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

この発明にかかる航跡統合装置は、

情報を処理する処理装置と、航跡入力部と、航跡精度算出部と、重み付け算出部と、統合航跡生成部とを有し、

上記航跡入力部は、上記処理装置を用いて、センサが目標を観測した観測データに基づいて推定した目標の航跡を表わすセンサ航跡データを入力し、

上記航跡精度算出部は、上記処理装置を用いて、上記航跡入力部が入力したセンサ航跡データに基づいて、上記センサ航跡データの精度を表わす航跡精度評価値を算出し、

10

上記重み付け算出部は、上記処理装置を用いて、上記航跡精度算出部が算出した航跡精度評価値に基づいて、上記センサ航跡データの重み付けを表わす航跡調整係数を算出し、

上記統合航跡生成部は、上記処理装置を用いて、上記重み付け算出部が算出した航跡調整係数に基づいて、上記センサ航跡データを統合し、統合航跡データを生成することを特徴とする。

【発明の効果】

【0006】

この発明にかかる航跡統合装置によれば、センサ航跡データの精度を航跡精度評価値により評価し、評価結果に基づいて算出した航跡調整係数に基づいて、センサ航跡データを統合するので、生成した統合航跡データが表わす目標の航跡の精度が高くなるという効果を奏する。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

実施の形態1.

実施の形態1を、図1～図6を用いて説明する。

【0008】

図1は、この実施の形態における目標観測システム800の構成の一例を示すシステム構成図である。

目標観測システム800は、目標400の現在位置や速度を観測し、航跡表示装置300に表示するシステムである。目標観測システム800は、例えば、地上走行誘導管制システムにおいて、空港内の航空機や車両を目標400として観測し、航跡表示装置300に表示して、管制官(オペレータ)に航空機の位置などの情報を通知する。

30

【0009】

目標観測システム800は、1以上のセンサ101～103を有する。

センサ101～103は、目標400を観測し、観測して得た観測データに基づいて、目標400の航跡を推定し、推定した目標400の航跡を表わすセンサ航跡データ511～513を出力する。

センサ101～103は、例えば、空港面探知レーダ(ASDE: Airport Surface Detection Equipment)、マルチラテレーション(MLAT: Multi-Lateration)システム、IR(Infrared)センサ、EW(Electronic Warfare)センサ、EO(Electronic Optical)センサ、ESM(Electronic Support Measures)センサなどにより目標400を観測する。

40

センサ101～103は、それぞれ単独で、目標400を観測して得られた観測データに基づいて、目標400の航跡を推定する。また、目標400が複数ある可能性がある場合、センサ101～103は、得られた観測データの相関処理を行い、観測データを目標400ごとに振り分けたのち、目標400ごとの航跡を推定する。

ここで、目標400の航跡とは、例えば、観測時刻における目標400の位置、速度などの情報である。センサ101～103が目標400を検出した検出位置には観測誤差が含まれているので、目標400の航跡における目標400の位置は、センサ101～10

50

3が目標を検出した検出位置そのままでなく、過去の観測データなどを考慮して、推定したものである。

センサ101～103は、推定した目標400の航跡を表わすセンサ航跡データ511～513を、航跡統合装置200に対して出力する。

センサ航跡データ511～513には、センサ101～103が推定した目標400の位置や速度を表わす情報のほか、センサ101～103が目標を観測した最新時刻や、目標400の識別情報、センサ及びセンサが観測に用いた観測方法などを識別するセンサ識別情報などが含まれていてもよい。

【0010】

目標観測システム800が複数のセンサ101～103を有する場合、センサ101～103が目標400を観測する観測方法は、同一の方法であってもよいし、異なる方法であってもよい。なお、異なる観測方法を組み合わせるほうが、それぞれの観測方法の欠点を補い合うことができ、好ましい。

また、センサ101～103は、1台のセンサが複数の観測方法で目標400を観測できるものであってもよい。その場合、気象条件などに応じて観測方法を切り替えて使用してもよいし、同時に複数の観測方法で目標400を観測してもよい。その場合、複数の観測方法で観測した観測データをすべて相関統合して、1つの目標400につき1つのセンサ航跡データを生成してもよいし、それぞれの観測方法ごとに観測データを相関統合して、1つの目標400につき複数のセンサ航跡データを生成してもよい。

【0011】

航跡統合装置200（フュージョンセンター、センサ情報融合装置）は、センサ101～103が output したセンサ航跡データ511～513を入力する。航跡統合装置200が入力するセンサ航跡データ511～513のなかには、同一の目標400についてのセンサ航跡データが複数含まれる場合がある。例えば、複数のセンサが同じ目標400を観測して、センサ航跡データを生成した場合や、1つのセンサが複数の観測方法で1つの目標400を観測して、複数のセンサ航跡データを生成した場合などである。

航跡統合装置200は、入力したセンサ航跡データ511～513のなかに同一の目標400についてのセンサ航跡データが複数含まれている場合、複数のセンサ航跡データを統合して、1つの統合航跡データ580を生成する。なお、入力したセンサ航跡データ511～513のなかに1つの目標400についてのセンサ航跡データが1つしかない場合、航跡統合装置200は、そのセンサ航跡データと同じ内容を表わす統合航跡データ580を生成する。

航跡統合装置200は、生成した統合航跡データ580を出力する。

【0012】

航跡表示装置300（表示処理部）は、航跡統合装置200が output した統合航跡データ580を入力する。

航跡表示装置300は、入力した統合航跡データ580に基づいて、目標400の位置、速度、識別情報などの情報を表示する。

なお、航跡表示装置300は、センサ101～103が output したセンサ航跡データ511～513などを入力し、統合航跡とは別に、入力したセンサ航跡データ511～513に基づいて、センサ航跡や目標400の検出位置を表示してもよい。このとき、航跡表示装置300は、統合航跡データ580に基づく目標400の位置などの情報を高輝度に表示し、他の情報を低輝度に表示するなど、オペレータが見やすいように加工した情報を表示してもよい。

【0013】

図2は、この実施の形態における航跡統合装置200の外観の一例を示す図である。

航跡統合装置200は、システムユニット910、CRT（Cathode-Ray Tube）やLCD（液晶）の表示画面を有する表示装置901、キーボード902（Keyboard Board: K/B）、マウス903、FDD904（Flexible Disk Drive）、コンパクトディスク装置905（CDD）、プリンタ装置906、ス

10

20

30

40

50

キャナ装置 907などのハードウェア資源を備え、これらはケーブルや信号線で接続されている。

システムユニット 910は、コンピュータであり、ファクシミリ機 932、電話器 931とケーブルで接続され、また、ローカルエリアネットワーク 942 (LAN)、ゲートウェイ 941を介してインターネット 940に接続されている。

【0014】

図3は、この実施の形態における航跡統合装置 200のハードウェア資源の一例を示す図である。

航跡統合装置 200は、プログラムを実行するCPU 911 (Central · Processing · Unit、中央処理装置、処理装置、演算装置、マイクロプロセッサ、マイクロコンピュータ、プロセッサともいう)を備えている。CPU 911は、バス 912を介してROM 913、RAM 914、通信装置 915、表示装置 901、キーボード 902、マウス 903、FDD 904、CDD 905、プリンタ装置 906、スキナ装置 907、磁気ディスク装置 920と接続され、これらのハードウェアデバイスを制御する。磁気ディスク装置 920の代わりに、光ディスク装置、メモリカード読み書き装置などの記憶装置でもよい。

RAM 914は、揮発性メモリの一例である。ROM 913、FDD 904、CDD 905、磁気ディスク装置 920の記憶媒体は、不揮発性メモリの一例である。これらは、記憶装置あるいは記憶部の一例である。

通信装置 915、キーボード 902、スキナ装置 907、FDD 904などは、入力部、入力装置の一例である。

また、通信装置 915、表示装置 901、プリンタ装置 906などは、出力部、出力装置の一例である。

【0015】

通信装置 915は、ファクシミリ機 932、電話器 931、LAN 942等に接続されている。通信装置 915は、LAN 942に限らず、インターネット 940、ISDN 等のWAN (ワイドエリアネットワーク)などに接続されていても構わない。インターネット 940或いはISDN 等のWANに接続されている場合、ゲートウェイ 941は不用となる。

磁気ディスク装置 920には、オペレーティングシステム 921 (OS)、ウィンドウシステム 922、プログラム群 923、ファイル群 924が記憶されている。プログラム群 923のプログラムは、CPU 911、オペレーティングシステム 921、ウィンドウシステム 922により実行される。

【0016】

上記プログラム群 923には、以下に述べる実施の形態の説明において「～部」として説明する機能を実行するプログラムが記憶されている。プログラムは、CPU 911により読み出され実行される。

ファイル群 924には、以下に述べる実施の形態の説明において、「～の判定結果」、「～の計算結果」、「～の処理結果」として説明する情報やデータや信号値や変数値やパラメータが、「～ファイル」や「～データベース」の各項目として記憶されている。「～ファイル」や「～データベース」は、ディスクやメモリなどの記録媒体に記憶される。ディスクやメモリになどの記憶媒体に記憶された情報やデータや信号値や変数値やパラメータは、読み書き回路を介してCPU 911によりメインメモリやキャッシュメモリに読み出され、抽出・検索・参照・比較・演算・計算・処理・出力・印刷・表示などのCPUの動作に用いられる。抽出・検索・参照・比較・演算・計算・処理・出力・印刷・表示のCPUの動作の間、情報やデータや信号値や変数値やパラメータは、メインメモリやキャッシュメモリやバッファメモリに一時的に記憶される。

また、以下に述べる実施の形態の説明において説明するフローチャートの矢印の部分は主としてデータや信号の入出力を示し、データや信号値は、RAM 914のメモリ、FDD 904のフレキシブルディスク、CDD 905のコンパクトディスク、磁気ディスク装

10

20

30

40

50

置 920 の磁気ディスク、その他光ディスク、ミニディスク、DVD (Digital · Versatile · Disc) 等の記録媒体に記録される。また、データや信号は、バス 912 や信号線やケーブルその他の伝送媒体によりオンライン伝送される。

【0017】

また、以下に述べる実施の形態の説明において「～部」として説明するものは、「～回路」、「～装置」、「～機器」であってもよく、また、「～ステップ」、「～手順」、「～処理」であってもよい。すなわち、「～部」として説明するものは、ROM 913 に記憶されたファームウェアで実現されていても構わない。或いは、ソフトウェアのみ、或いは、素子・デバイス・基板・配線などのハードウェアのみ、或いは、ソフトウェアとハードウェアとの組み合わせ、さらには、ファームウェアとの組み合わせで実施されても構わない。ファームウェアとソフトウェアは、プログラムとして、磁気ディスク、フレキシブルディスク、光ディスク、コンパクトディスク、ミニディスク、DVD 等の記録媒体に記憶される。プログラムは CPU 911 により読み出され、CPU 911 により実行される。すなわち、プログラムは、以下に述べる「～部」としてコンピュータを機能させるものである。あるいは、以下に述べる「～部」の手順や方法をコンピュータに実行せるものである。

10

【0018】

図 4 は、この実施の形態における航跡統合装置 200 の機能ブロックの構成の一例を示すブロック構成図である。

航跡統合装置 200 は、航跡入力部 210 、航跡相關処理部 220 、航跡記憶部 230 、第一位置推定部 241 、第二位置推定部 242 、残差算出部 243 、センサ精度記憶部 251 、観測誤差係数算出部 252 、航跡精度算出部 260 、重み付け算出部 270 、統合航跡生成部 280 を有する。

20

【0019】

航跡入力部 210 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、センサ 101 ~ 103 が出力した 1 以上のセンサ航跡データ 510 (図 1 のセンサ航跡データ 511 ~ 513 に対応) を入力する。

航跡入力部 210 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、入力した 1 以上のセンサ航跡データ 510 を出力する。

【0020】

30

航跡相關処理部 220 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、航跡入力部 210 が出力した 1 以上のセンサ航跡データ 510 を入力する。

航跡相關処理部 220 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、入力した 1 以上のセンサ航跡データ 510 のなかに、同一の目標 400 についてのセンサ航跡データ 510 があるか否かを判別し、入力した 1 以上のセンサ航跡データ 510 を、目標ごとのグループにグループ分けする。

例えば、センサ航跡データ 510 が目標 400 の識別情報を含む場合、航跡相關処理部 220 は、識別情報に基づいて目標 400 を判別し、同一の目標 400 についてのセンサ航跡データ 510 を判別する。あるいは、複数のセンサ航跡データ 510 が表わす目標の位置が、同一の目標 400 であると判定できるほど近い場合、航跡相關処理部 220 は、同一の目標 400 についてのセンサ航跡データ 510 であると判別する。

40

【0021】

航跡相關処理部 220 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、センサ航跡データ 520 (識別付) を出力する。

センサ航跡データ 520 (識別付) は、センサ航跡データ 510 に目標 400 の識別情報を付加したものである。センサ航跡データ 510 がもともと目標 400 の識別情報を含んでいる場合、センサ航跡データ 520 はセンサ航跡データ 510 と同一である。センサ航跡データ 510 が目標 400 の識別情報を含んでいない場合、航跡相關処理部 220 が同一の目標 400 についてのセンサ航跡データ 510 であると判別した他のセンサ航跡データ 510 などから目標 400 の識別情報を判別できれば、その識別情報を付加し、判別

50

できなければ、仮の識別情報を付加する。

【0022】

航跡記憶部230は、CPU911などの処理装置を用いて、航跡相關処理部220が出力した1以上のセンサ航跡データ520（識別付）を入力する。

航跡記憶部230は、磁気ディスク装置920などの記憶装置を用いて、入力した1以上のセンサ航跡データ520（識別付）を記憶する。

【0023】

センサ101～103は、周期的に繰返し目標400を観測し、センサ航跡データ510を出力する。航跡記憶部230が記憶したセンサ航跡データ520（識別付）は、航跡相關処理部220などが次回以降の処理をする際、過去のセンサ航跡データ530として読み出し、参照する。10

通常、過去のセンサ航跡データ530は、過去数回分が参照されるだけで、それ以前のセンサ航跡データ530は参照されない。そのため、航跡記憶部230は、過去N回（Nは、1以上の整数。）分のセンサ航跡データ530を記憶する。

【0024】

第一位置推定部241は、CPU911などの処理装置を用いて、航跡相關処理部220が出力した1以上のセンサ航跡データ520（識別付）を入力する。

第一位置推定部241は、CPU911などの処理装置を用いて、入力した1以上のセンサ航跡データ520（識別付）それぞれに基づいて、目標400の位置を推定する。20

センサ航跡データ520（識別付）が表わす目標400の推定位置は、センサ101～103が目標を観測した最新時刻におけるものである場合がある。センサ101～103は、互いに同期して目標400を観測するとは限らないので、センサ航跡データ520（識別付）が表わす目標400の推定位置をそのまま使うと、バラバラの時刻における目標400の推定位置となってしまう。目標400が移動している場合、時刻が異なれば目標400の位置が異なるので、第一位置推定部241は、基準となる時刻（例えば、現在時刻）を定め、その基準時刻における目標400の位置を推定する。例えば、第一位置推定部241は、センサ航跡データ520（識別付）が表わす観測時刻と基準時刻との差を求め、センサ航跡データ520（識別付）が表わす観測時刻における目標400の位置と速度から、目標400が等速直線運動をしているという仮定のもと、基準時刻における目標400の位置を推定する。30

第一位置推定部241は、CPU911などの処理装置を用いて、推定した目標400の位置を表わす第一推定位置データ541を出力する。第一位置推定部241が出力する第一推定位置データ541は、第一位置推定部241が入力した1以上のセンサ航跡データ520（識別付）と一対一に対応している。第一推定位置データ541が対応するセンサ航跡データ520（識別付）を判別するため、第一推定位置データ541は、対応するセンサ航跡データ520（識別付）に含まれる目標400の識別情報やセンサ識別情報を含んでもよい。

【0025】

第二位置推定部242は、CPU911などの処理装置を用いて、航跡記憶部230が記憶した1以上の過去のセンサ航跡データ530を入力する。40

第二位置推定部242は、CPU911などの処理装置を用いて、入力した1以上の過去のセンサ航跡データ530それぞれに基づいて、第一位置推定部241と同様に、基準時刻における目標400の位置を推定する。

第二位置推定部242は、CPU911などの処理装置を用いて、推定した目標400の位置を表わす第二推定位置データ542を出力する。第二位置推定部242が出力する第二推定位置データ542は、航跡記憶部230が記憶した過去のセンサ航跡データ530と一対一に対応している。第一推定位置データ541と同様、第二推定位置データ542が対応する過去のセンサ航跡データ530を判別するため、第二推定位置データ542は、対応する過去のセンサ航跡データ530に含まれる目標400の識別情報やセンサ識別情報を含んでもよい。50

航跡記憶部 230 が過去 N 回分のセンサ航跡データ 530 を記憶している場合、航跡相関処理部 220 が output した 1 つのセンサ航跡データ 520 (識別付) に対応して、同一の目標 400 を同一のセンサが同一の観測方法で観測した観測データに基づくセンサ航跡データ 530 が最大 N 個ある (欠測などにより N 個未満の場合もあり得る)。このため、第二位置推定部 242 は、第一位置推定部 241 が output した第一推定位置データ 541 に対応して、最大 N 個の第二推定位置データ 542 を output する。

【0026】

残差算出部 243 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、第一位置推定部 241 が output した第一推定位置データ 541 と、第二位置推定部 242 が output した第二推定位置データ 542 を入力する。

10

残差算出部 243 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、入力した第一推定位置データ 541 それぞれに対応する第二推定位置データ 542 を判別する。例えば、残差算出部 243 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、第一推定位置データ 541 に含まれる目標 400 の識別情報及びセンサ識別情報を取得し、第二推定位置データ 542 に含まれる目標 400 の識別情報及びセンサ識別情報が、取得した目標 400 の識別情報及びセンサ識別情報と一致する場合に、両者が対応すると判別する。

残差算出部 243 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、第一推定位置データ 541 それぞれが表わす目標 400 の推定位置と、それに対応すると判別した第二推定位置データ 542 が表わす目標 400 の推定位置とに基づいて、残差を算出する。

残差算出部 243 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、算出した残差を表わす残差データ 543 を output する。残差データ 543 は、第一位置推定部 241 が output した第一推定位置データ 541 と一対一に対応している。すなわち、残差データ 543 は、航跡相関処理部 220 が output したセンサ航跡データ 520 (識別付) と一対一に対応している。残差データ 543 が対応するセンサ航跡データ 520 (識別付) を判別するため、残差データ 543 は、対応する第一推定位置データ 541 に含まれる目標 400 の識別情報やセンサ識別情報を含んでもよい。

20

【0027】

この実施の形態において、センサ 101 ~ 103 は、航跡統合装置 200 に対して、センサ航跡データ 510 を output する。センサ航跡データ 510 には、センサ 101 ~ 103 が目標 400 を観測した生の観測データは含まれていないので、航跡統合装置 200 にとって、センサ 101 ~ 103 が目標 400 を観測した実測値は不明である。

30

残差とは、一般的に、実測値と予測値との差のことをいうが、ここでは、最新のセンサ航跡データに基づいて推定した推定位置と、過去のセンサ航跡データに基づいて推定した推定位置とに基づいて、残差を求める。

例えば、残差算出部 243 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、1 つの第一推定位置データ 541 に対応する最大 N 個の第二推定位置データ 542 が表わす目標 400 の推定位置 (センサ航跡平滑位置) の平均 (移動平均) を計算し、平均推定位置とする。なお、単純平均ではなく、直近の第二推定位置データ 542 ほど重みを増した加重平均を計算してもよい。

次に、残差算出部 243 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、計算した平均推定位置と、対応する第一推定位置データ 541 が表わす目標 400 の推定位置との差を計算し、残差とする。

40

【0028】

例えば、目標 400 の推定位置が二次元の直交座標で表わされている場合、残差算出部 243 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、第二推定位置データ 542 が表わす目標 400 の推定位置 (x, y) に基づいて、X 座標の平均 x_{ave} と、Y 座標の平均 y_{ave} を計算し、目標 400 の平均推定位置 (x_{ave}, y_{ave}) とする。

残差算出部 243 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、計算した目標 400 の平均推定位置 (x_{ave}, y_{ave}) と第一推定位置データ 541 が表わす目標 400 の推定位置 (x_k, y_k) とに基づいて、X 座標との差 $x = x_k - x_{ave}$ と、Y 座標との差

50

$y = y_k - y_{ave}$ とを計算する。残差算出部 243 は、CPU911などの処理装置を用いて、計算した X 座標の差 x と Y 座標の差 y とに基づいて、残差 $V = (x^2 + y^2)$ を計算する。なお、X 座標の差 x の絶対値を X 座標の残差とし、Y 座標の差 y の絶対値を Y 座標の残差として、X 座標と Y 座標とを別々に取り扱ってもよい。

【0029】

なお、ここではセンサ 101～103 から生の観測データが得られず実測値が不明の場合における残差の算出方式を説明したが、センサ 101～103 から生の観測データを得て、残差算出部 243 が、観測データが表わす実測値と、センサ航跡データから推定した予測値との差を算出して残差としてもよい。

【0030】

また、センサ航跡データに基づいて推定できる他の物理量（例えば、目標 400 の速度）に基づいて、残差を算出してもよい。

【0031】

センサ精度記憶部 251 は、磁気ディスク装置 920 などの記憶装置を用いて、センサ 101～103 それぞれの精度を表わすセンサ精度データ 551 を記憶している。

ここで、精度とは、センサの観測誤差（例えば、直交座標における位置誤差、極座標における距離誤差や角度誤差など）の最大値や標準偏差などの数値のことである。精度は、0 以上の数値であり、値が小さいほどセンサ 101～103 の観測が正確であることを意味する。精度は、センサ 101～103 それぞれの構成や観測方法によって異なる。また、精度は、気象条件などの観測条件や、目標 400 の位置、速度などのパラメータによっても変化する場合があるので、これらのパラメータの関数であってもよい。

センサ精度記憶部 251 は、センサ 101～103 の仕様などに基づいてあらかじめ求めた精度を表わすセンサ精度データ 551 を記憶してもよいし、過去の観測結果などから求めた精度を表わすセンサ精度データ 551 を記憶してもよい。

【0032】

観測誤差係数算出部 252 は、CPU911 などの処理装置を用いて、センサ精度記憶部 251 が記憶したセンサ精度データ 551 を入力する。

観測誤差係数算出部 252 は、CPU911 などの処理装置を用いて、入力したセンサ精度データ 551 が表わすセンサの精度に基づいて、観測誤差係数を算出する。

観測誤差係数とは、センサ精度記憶部 251 が記憶したセンサ精度データ 551 が表わすセンサの精度の単位の違いによるバラツキを補正したものである。

観測誤差係数算出部 252 は、CPU911 などの処理装置を用いて、算出した観測誤差係数を表わす観測誤差係数データ 552 を出力する。

【0033】

例えば、観測誤差係数算出部 252 は、CPU911 などの処理装置を用いて、センサ精度記憶部 251 が記憶したセンサ精度データ 551 のなかから、航跡入力部 210 が入力したセンサ航跡データ 510 を出力したセンサ 101～103 についてのセンサ精度データ 551 を入力する。

また、観測誤差係数算出部 252 は、CPU911 などの処理装置を用いて、気象条件や目標 400 の位置、速度など、センサの精度に影響を与えるパラメータを表わすデータを入力する。目標 400 の位置、速度などが必要な場合、観測誤差係数算出部 252 は、第一位置推定部 241 が output した第一推定位置データ 541 を入力してもよい。

観測誤差係数算出部 252 は、CPU911 などの処理装置を用いて、入力したセンサ精度データ 551 と、入力したパラメータを表わすデータとに基づいて、センサの精度 s を求める。

観測誤差係数算出部 252 は、CPU911 などの処理装置を用いて、センサ精度調整係数 k を表わすデータを入力する。センサ精度調整係数 k を表わすデータは、例えば、センサ精度記憶部 251 が、磁気ディスク装置 920 などの記憶装置を用いて、記憶している。

観測誤差係数算出部 252 は、CPU911 などの処理装置を用いて、算出したセンサ

10

20

30

40

50

の精度 s と、入力したデータが表わすセンサ精度調整係数 k との積を計算して、観測誤差係数 ($= k \times s$) とする。

センサ精度調整係数 は、0 以上の数値であり、上述したように、センサの精度の単位が異なる場合に、単位を揃え、センサの精度のバラツキをなくすためのものである。しかし、それ以外の要素も加味してセンサ精度調整係数を設定することにより、例えば、特定のセンサからの情報を重視するように構成してもよい。例えば、センサ 101 の精度が高いことがあらかじめわかっている場合、センサ 101 のセンサ精度調整係数に比べてセンサ 102 のセンサ精度調整係数を比較的大きな値とすることにより、センサ 101 をメインのシステム、センサ 102 を予備のシステムとすることができる。これにより、通常は、センサ 101 からの情報を採用し、センサ 101 の精度が著しく悪化した場合のみ、センサ 102 からの情報を採用するという運用が可能である。10

【0034】

なお、基準となるセンサを定めておき、基準に定めたセンサの観測誤差係数 が 1 になるよう構成してもよい。例えば、上述した手順で算出した観測誤差係数 (以下、「観測誤差係数'」と呼ぶ。) のうち、基準に定めたセンサの観測誤差係数' を基準観測誤差係数₀ とし、観測誤差係数算出部 252 は、CPU911 などの処理装置を用いて、上述した手順で算出した観測誤差係数' を基準観測誤差係数₀ で除したものを、観測誤差係数 ($= ' / _0$) としてもよい。

例えば、センサ 102 を基準とし、センサ 101 のセンサ精度調整係数 k_A 、センサ 101 のセンサの精度 s_A 、センサ 102 のセンサ精度調整係数 k_B 、センサ 102 のセンサの精度 s_B に基づいて観測誤差係数_A、_B を算出する場合、 $k_A' = k_A \times s_A$ 、 $k_B' = k_B \times s_B$ であるから、 $_0 = _B'$ として、観測誤差係数算出部 252 は、CPU911 などの処理装置を用いて、 $_A = _A' / _0 = k_A \times s_A / s_B$ (ただし、 $k_{AB} = k_A / k_B$)、 $_B = _B' / _0 = 1$ を算出する。20

【0035】

航跡精度算出部 260 (航跡精度評価値算出処理部) は、CPU911 などの処理装置を用いて、残差算出部 243 が出力した残差データ 543 と、観測誤差係数算出部 252 が出力した観測誤差係数データ 552 とを入力する。

航跡精度算出部 260 は、CPU911 などの処理装置を用いて、入力した残差データ 543 それぞれに対応する観測誤差係数データ 552 を判別する。例えば、航跡精度算出部 260 は、CPU911 などの処理装置を用いて、残差データ 543 に含まれるセンサ識別情報に基づいてセンサや観測方法を判別し、判別したセンサや観測方法に基づいて残差データ 543 に対応する観測誤差係数データ 552 を判別する。30

航跡精度算出部 260 は、CPU911 などの処理装置を用いて、残差データ 543 それぞれが表わす残差 V と、それに対応すると判別した観測誤差係数データ 552 が表わす観測誤差係数 との積を計算し、航跡精度評価値 ($= \times V$) とする。

航跡精度算出部 260 は、CPU911 などの処理装置を用いて、算出した航跡精度評価値₀ を表わす航跡精度評価値データ 560 を出力する。航跡精度評価値データ 560 は、航跡精度算出部 260 が入力した残差データ 543 と一対一に対応している。すなわち、航跡精度評価値データ 560 は、航跡相關処理部 220 が出力したセンサ航跡データ 520 (識別付) と一対一に対応している。航跡精度評価値データ 560 が対応するセンサ航跡データ 520 (識別付) を判別するため、航跡精度評価値データ 560 は、対応する残差データ 543 が含む目標 400 の識別情報やセンサ識別情報を含んでもよい。40

【0036】

航跡精度評価値₀ とは、センサ航跡データの信頼性を評価するための数値のことである。残差も観測誤差係数も 0 以上の数値なので、航跡精度評価値₀ は、0 以上の数値である。航跡精度評価値₀ は、残差及び観測誤差係数に比例し、航跡精度評価値₀ が小さいほうがセンサ航跡データの信頼性が高いことを示す。残差が小さいほうがセンサ航跡データの信頼性が高く、観測誤差係数が小さいほうがセンサ航跡データの信頼性が高いからである。

【0037】

重み付け算出部 270 (航跡調整係数算出処理部) は、CPU911などの処理装置を用いて、航跡精度算出部 260 が output した航跡精度評価値データ 560 を input する。

重み付け算出部 270 は、CPU911などの処理装置を用いて、input した航跡精度評価値データ 560 が表わす航跡精度評価値に基づいて、航跡調整係数を算出する。

重み付け算出部 270 は、CPU911などの処理装置を用いて、算出した航跡調整係数を表わす航跡調整係数データ 570 を output する。航跡調整係数データ 570 は、重み付け算出部 270 が input した航跡精度評価値データ 560 と一対一に対応している。すなわち、航跡調整係数データ 570 は、航跡相關処理部 220 が output したセンサ航跡データ 520 (識別付) と一対一に対応している。航跡調整係数データ 570 が対応するセンサ航跡データ 520 を判別するため、航跡調整係数データ 570 は、対応する航跡精度評価値データ 560 が含む目標 400 の識別情報やセンサ識別情報を含んでもよい。10

【0038】

航跡調整係数とは、同一の目標 400 についてのセンサ航跡データを統合して 1 つの統合航跡データを生成する際に、どのセンサ航跡データをどの程度重視するかを示す数値(重み付け)である。航跡調整係数は、0 以上 1 以下の数値であり、統合する同一の目標 400 についてのセンサ航跡データについての航跡調整係数の総和が 1 となるようする。

【0039】

この実施の形態において、重み付け算出部 270 は、以下のようにして、航跡調整係数を算出する。20

重み付け算出部 270 は、CPU911などの処理装置を用いて、input した航跡精度評価値データ 560 を、対応する目標 400 ごとにグループ分けする。例えば、重み付け算出部 270 は、CPU911などの処理装置を用いて、航跡精度評価値データ 560 に含まれる目標 400 の識別情報に基づいて、航跡精度評価値データ 560 が対応する目標 400 を判別し、判別した目標 400 に基づいて、航跡精度評価値データ 560 を分類する。

重み付け算出部 270 は、CPU911などの処理装置を用いて、グループ分けした航跡精度評価値データ 560 のうち、1 つの目標 400 に対応する航跡精度評価値データ 560 が 1 つしかないものについては、航跡調整係数を 1 とする。

重み付け算出部 270 は、CPU911などの処理装置を用いて、グループ分けした航跡精度評価値データ 560 のうち、1 つの目標 400 に対応する航跡精度評価値データ 560 が複数あるものについては、そのなかで航跡精度評価値データ 560 が表わす航跡精度評価値が最小のものを判別する。重み付け算出部 270 は、判別した航跡精度評価値が最小の航跡精度評価値データ 560 については、航跡調整係数を 1 とし、他の航跡精度評価値データ 560 については、航跡調整係数を 0 とする。30

【0040】

例えば、同一の目標 400 についてセンサ 101 ~ 103 が推定したセンサ航跡データが 2 つ(センサ航跡データ A 及びセンサ航跡データ B) あり、航跡精度算出部 260 が算出した航跡精度評価値のうち、センサ航跡データ A について算出したものを航跡精度評価値_A、センサ航跡データ B について算出したものを航跡精度評価値_B とし、重み付け算出部 270 が算出する航跡調整係数のうち、センサ航跡データ A について算出するものを航跡調整係数_A、センサ航跡データ B について算出するものを航跡調整係数_B とする。重み付け算出部 270 は、CPU911などの処理装置を用いて、_A と _B とを比較し、_A のほうが _B より小さければ(_A , _B) = (1, 0) とし、_B のほうが _A より小さければ(_A , _B) = (0, 1) とする。_A と _B とが等しい場合は、どちらでもよいが、例えば、(_A , _B) = (1, 0) とする。_A と _B とが等しい場合にどちらのセンサ航跡データを優先するかは、例えば、あらかじめ定めたセンサからもセンサ航跡データを優先することとしてもよいし、前回採用したセンサ航跡データと同じセンサからのセンサ航跡データを優先することとしてもよい。40

【0041】

10

20

30

40

50

同一の目標 400 についてセンサ 101 ~ 103 が推定したセンサ航跡データが 3 つ（センサ航跡データ A、センサ航跡データ B、センサ航跡データ C）ある場合であれば、重み付け算出部 270 は、CPU911 などの処理装置を用いて、センサ航跡データ A についての航跡精度評価値 A 、センサ航跡データ B についての航跡精度評価値 B 、センサ航跡データ C についての航跡精度評価値 C を比較し、 $A < B$ かつ $A < C$ なら (A, B, C) = (1, 0, 0)、 $B < A$ かつ $B < C$ なら (A, B, C) = (0, 1, 0)、 $C < A$ かつ $C < B$ なら (A, B, C) = (0, 0, 1) とする。

【0042】

統合航跡生成部 280（航跡統合処理部）は、CPU911 などの処理装置を用いて、航跡相関処理部 220 が output したセンサ航跡データ 520 と、第一位置推定部 241 が output した第一推定位置データ 541 と、重み付け算出部 270 が output した航跡調整係数データ 570 とを入力する。

統合航跡生成部 280 は、CPU911 などの処理装置を用いて、入力したセンサ航跡データ 520（識別付）それぞれに対応する第一推定位置データ 541 及び航跡調整係数データ 570 を判別する。例えば、統合航跡生成部 280 は、CPU911 などの処理装置を用いて、センサ航跡データ 520（識別付）に含まれる目標 400 の識別情報及びセンサ識別情報を取得し、第一推定位置データ 541 及び航跡調整係数データ 570 にそれぞれ含まれる目標 400 の識別情報及びセンサ識別情報が、取得した目標 400 の識別情報及びセンサ識別情報と一致する場合に、第一推定位置データ 541 及び航跡調整係数データ 570 がそのセンサ航跡データ 520（識別付）に対応すると判別する。

統合航跡生成部 280 は、CPU911 などの処理装置を用いて、入力したセンサ航跡データ 520（識別付）を、対応する目標 400 ごとにグループ分けする。センサ航跡データ 520（識別付）は、航跡相関処理部 220 により既にグループ分けされ、目標 400 の識別情報が付加されているので、統合航跡生成部 280 は、CPU911 などの処理装置を用いて、航跡相関処理部 220 に含まれる目標 400 の識別情報に基づいて、センサ航跡データ 520（識別付）を分類する。

【0043】

統合航跡生成部 280 は、CPU911 などの処理装置を用いて、入力した航跡調整係数データ 570 が表わす航跡調整係数に基づいて、分類されたセンサ航跡データ 520（識別付）を目標 400 ごとに統合して、統合航跡データ 580 を生成する。

例えば、センサ航跡データ 520（識別付）に含まれる目標 400 の位置に関する情報を統合する場合であれば、統合航跡生成部 280 は、CPU911 などの処理装置を用いて、第一推定位置データ 541 が表わす基準時刻における目標 400 の推定位置 (x, y) に、対応する航跡調整係数データ 570 が表わす航跡調整係数 を乗じ、同一の目標 400 についての総和 ($(x \times x), (x \times y)$) を計算して、統合推定位置とする。

センサ航跡データ 520（識別付）に含まれる目標 400 の速度に関する情報を統合する場合であれば、統合航跡生成部 280 は、CPU911 などの処理装置を用いて、センサ航跡データ 520（識別付）に基づいて、基準時刻における目標 400 の推定速度 (v_x, v_y) を推定する。そのあとは、位置統合の場合と同様、統合航跡生成部 280 は、CPU911 などの処理装置を用いて、推定した基準時刻における目標 400 の推定速度 (v_x, v_y) に、対応する航跡調整係数データ 570 が表わす航跡調整係数 を乗じ、同一の目標 400 についての総和 ($(v_x \times v_x), (v_x \times v_y)$) を計算して、統合推定速度とする。

【0044】

例えば、同一の目標 400 についてセンサ 101 ~ 103 が推定したセンサ航跡データが 2 つ（センサ航跡データ A 及びセンサ航跡データ B）あり、重み付け算出部 270 が算出した航跡調整係数のうち、センサ航跡データ A について算出したものを航跡調整係数 A 、センサ航跡データ B について算出したものを航跡調整係数 B とし、第一位置推定部 241 が推定した目標 400 の X 座標のうち、センサ航跡データ A に基づいて算出したも

10

20

30

40

50

のを x_A 、センサ航跡データ B に基づいて算出したものを x_B とすると、統合航跡生成部 280 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、 $x_A \times x_A + x_B \times x_B$ を計算して、目標 400 の統合推定位置の X 座標とする。

統合推定位置の Y 座標や、統合推定速度についても同様である。また、上記以外の物理量を推定する場合も、同様である。

【0045】

統合航跡生成部 280 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、算出した基準時刻における目標 400 の統合推定位置や統合推定速度を表わす情報を含む統合航跡データ 580 を、目標 400 ごとに生成する。

統合航跡生成部 280 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、生成した目標 400 ごとの統合航跡データ 580 を出力する。 10

【0046】

なお、上記説明した統合航跡データの生成処理は、重み付け算出部 270 が算出する航跡調整係数 a が 0 以上 1 以下の任意の値である場合に適用できるが、この実施の形態において、重み付け算出部 270 が算出する航跡調整係数は、0 か 1 かの 2 つの値しか取らないので、統合航跡データの生成処理をもっと簡略化することができる。

【0047】

すなわち、統合航跡生成部 280 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、入力したセンサ航跡データ 520 (識別付) のうちから、対応する航跡調整係数データ 570 が表わす航跡調整係数 a が 1 であるものを抽出する。 20

統合航跡生成部 280 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、抽出したセンサ航跡データ 520 (識別付) が表わす内容と同じ内容を表わす統合航跡データ 580 を生成する。このとき、推定位置や推定速度を基準時刻に合わせる処理をしてよい。

【0048】

重み付け算出部 270 が算出した航跡調整係数が 1 であるものは、各目標 400 について 1 つずつなので、統合航跡生成部 280 は、各目標 400 について 1 つずつのセンサ航跡データ 520 (識別付) を抽出し、各目標 400 について 1 つずつの統合航跡データ 580 を生成する。

【0049】

例えば、同一の目標 400 についてセンサ 101 ~ 103 が推定したセンサ航跡データが 2 つ (センサ航跡データ A 及びセンサ航跡データ B) あり、重み付け算出部 270 が算出した航跡調整係数のうち、センサ航跡データ A について算出したものを航跡調整係数 a_A 、センサ航跡データ B について算出したものを航跡調整係数 a_B とし、第一位置推定部 241 が推定した目標 400 の X 座標のうち、センサ航跡データ A に基づいて算出したものを x_A 、センサ航跡データ B に基づいて算出したものを x_B とすると、統合航跡生成部 280 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、 $a_A = 1$ であるか、 $a_B = 1$ であるかを判定し、 $a_A = 1$ である場合 x_A を目標 400 の統合推定位置の X 座標とし、 $a_B = 1$ である場合 x_B を目標 400 の統合推定位置の X 座標とする。統合推定位置の Y 座標や統合推定速度なども同様に、簡略化した処理で算出できる。 30

【0050】

図 5 は、この実施の形態における航跡統合装置 200 が統合航跡データ 580 を生成する航跡統合処理の流れの一例を示すフローチャート図である。

【0051】

航跡統合処理は、航跡入力工程 S11、航跡相關処理工程 S12、航跡記憶工程 S13、目標繰返し工程 L01 を有する。

目標繰返し工程 L01 は、航跡繰返し工程 L02、重み付け算出工程 S19、統合航跡生成工程 S20 を有する。

航跡繰返し工程 L02 は、第一位置推定工程 S14、第二位置推定工程 S15、残差算出工程 S16、観測誤差係数算出工程 S17、航跡精度算出工程 S18 を有する。

【0052】

まず、航跡入力工程 S 1 1において、航跡入力部 2 1 0は、C P U 9 1 1などの処理装置を用いて、センサ 1 0 1～1 0 3が出力した複数のセンサ航跡データ 5 1 0を入力する。

【 0 0 5 3 】

次に、航跡相關処理工程 S 1 2において、航跡相關処理部 2 2 0は、C P U 9 1 1などの処理装置を用いて、航跡入力工程 S 1 1で航跡入力部 2 1 0が入力した複数のセンサ航跡データ 5 1 0について互いの相關処理をして、センサ航跡データ 5 2 0（識別付）を生成する。すなわち、航跡相關処理部 2 2 0は、C P U 9 1 1などの処理装置を用いて、航跡入力部 2 1 0が入力した複数のセンサ航跡データ 5 1 0のうち、同一の目標 4 0 0についてのセンサ航跡データ 5 1 0を判別して、グループ分けする。航跡相關処理部 2 2 0は、C P U 9 1 1などの処理装置を用いて、グループ分けしたセンサ航跡データ 5 1 0に、判別した目標 4 0 0の識別情報を付加して、センサ航跡データ 5 2 0（識別付）を生成する。

【 0 0 5 4 】

その後、航跡記憶工程 S 1 3において、航跡記憶部 2 3 0は、磁気ディスク装置 9 2 0などの記憶装置を用いて、航跡相關処理工程 S 1 2で航跡相關処理部 2 2 0が生成したセンサ航跡データ 5 2 0（識別付）を記憶する。

【 0 0 5 5 】

次に、目標繰返し工程 L 0 1において、航跡相關処理部 2 2 0がグループ分けしたセンサ航跡データ 5 2 0（識別付）を、グループごとに 1 つずつ処理していく。すべてのグループについての処理が終わったら、目標繰返し工程 L 0 1から抜け、航跡統合処理を終了する。

【 0 0 5 6 】

目標繰返し工程 L 0 1の処理は、以下の手順で行う。

最初に、航跡繰返し工程 L 0 2において、処理中のグループに分類されたセンサ航跡データ 5 2 0（識別付）を、センサ航跡データ 5 2 0（識別付）ごとに 1 つずつ処理していく。そのグループに分類されたすべてのセンサ航跡データ 5 2 0（識別付）についての処理が終わったら、航跡繰返し工程 L 0 2から抜け、重み付け算出工程 S 1 9へ進む。

【 0 0 5 7 】

航跡繰返し工程 L 0 2のなかでは、まず、第一位置推定工程 S 1 4において、第一位置推定部 2 4 1は、C P U 9 1 1などの処理装置を用いて、処理中のセンサ航跡データ 5 2 0（識別付）に基づいて、基準時刻における目標 4 0 0の位置を推定する。

次に、第二位置推定工程 S 1 5において、第二位置推定部 2 4 2は、C P U 9 1 1などの処理装置を用いて、処理中のセンサ航跡データ 5 2 0（識別付）に対応する過去のセンサ航跡データ 5 3 0を、航跡記憶部 2 3 0が記憶したセンサ航跡データ 5 2 0（識別付）のなかから取得し、取得した過去のセンサ航跡データ 5 3 0に基づいて、基準時刻における目標 4 0 0の位置を推定する。

その後、残差算出工程 S 1 6において、残差算出部 2 4 3は、C P U 9 1 1などの処理装置を用いて、第一位置推定工程 S 1 4で第一位置推定部 2 4 1が推定した目標 4 0 0の推定位置と、第二位置推定工程 S 1 5で第二位置推定部 2 4 2が推定した目標 4 0 0の推定位置とにに基づいて、残差 Vを算出する。

また、観測誤差係数算出工程 S 1 7において、観測誤差係数算出部 2 5 2は、C P U 9 1 1などの処理装置を用いて、処理中のセンサ航跡データ 5 2 0（識別付）に対応するセンサ（及び観測方法）に関する観測誤差係数を算出する。

最後に、航跡精度算出工程 S 1 8において、航跡精度算出部 2 6 0は、C P U 9 1 1などの処理装置を用いて、残差算出工程 S 1 6で残差算出部 2 4 3が算出した残差 Vと、観測誤差係数算出工程 S 1 7で観測誤差係数算出部 2 5 2が算出した観測誤差係数とにに基づいて、航跡精度評価値 = · Vを算出する。

【 0 0 5 8 】

航跡繰返し工程 L 0 2のなかの処理がそのグループに分類されたすべてのセンサ航跡データ

10

20

30

40

50

ータ 520 (識別付) について終わったのち、重み付け算出工程 S19において、重み付け算出部 270 は、CPU911などの処理装置を用いて、航跡精度算出工程 S18 で航跡精度算出部 260 が算出した航跡精度評価値に基づいて、そのグループに分類されたすべてのセンサ航跡データ 520 (識別付) それぞれに対応する航跡調整係数を算出する。

上述したように、この実施の形態における重み付け算出部 270 は、そのグループに分類されたセンサ航跡データ 520 (識別付) のうちの 1 つに対応する航跡調整係数を 1 とし、それ以外のセンサ航跡データ 520 (識別付) に対応する航跡調整係数を 0 とする。

【0059】

そして、統合航跡生成工程 S20において、統合航跡生成部 280 は、CPU911などの処理装置を用いて、重み付け算出工程 S19 で重み付け算出部 270 が算出した航跡調整係数に基づいて、そのグループに分類されたセンサ航跡データ 520 (識別付) を統合し、目標 400 に対応する統合航跡データ 580 を生成する。

上述した簡略化した処理によれば、統合航跡生成部 280 は、CPU911などの処理装置を用いて、重み付け算出部 270 が算出した航跡調整係数のなかから、=1であるものを探し、それに対応するセンサ航跡データ 520 (識別付) を選択する。統合航跡生成部 280 は、CPU911などの処理装置を用いて、選択した 1 つのセンサ航跡データ 520 (識別付) に基づいて、統合航跡データ 580 を生成する。

【0060】

目標繰返し工程 L01 のなかの処理がすべてのグループについて終わったのち、航跡統合処理を終了する。

統合航跡生成部 280 は、目標 400 に対応するグループごとに 1 つの統合航跡データ 580 を生成するので、全部で、目標 400 の数と等しい数の統合航跡データ 580 を生成することになる。

【0061】

目標 400 がセンサの分解能と比べて比較的大きい場合、センサの観測方法の違いなどにより、仮にセンサの観測誤差がなかったとしても、観測結果にズレが生じる場合がある。

例えば、ASDE などの一次レーダによる観測では、目標 400 の反射波の重心付近を、目標 400 の位置として検出すると想定されるが、目標 400 の反射特性により、目標 400 の検出位置が異なる場合がある。

MLAT などの時間差測位センサによる観測では、目標 400 が信号を送信するトランスポンダなどの位置を、目標 400 の位置として検出する。例えば、航空機には、機首頭と機体下腹との 2 箇所にトランスポンダを搭載し、地上（空港面）にいるときは、機首頭のトランスポンダを使用し、離陸後や着陸前には、機体下腹のトランスポンダを使用するものがある。

また、赤外線センサによる観測では、目標 400 の赤外画像の重心付近を、目標 400 の位置として検出する場合がある。赤外画像の重心は、目標 400 の発熱特性により異なり、一次レーダの反射波の重心とは異なる場合がある。

このような観測方法の違いによるほか、目標 400 とセンサ間の距離、センサの観測精度、センサの分解能、目標 400 の姿勢角やアスペクト角などの影響により、目標 400 の検出位置が異なる場合がある。

【0062】

センサ 101 ~ 103 は、観測により検出した目標 400 の位置に基づいて、目標 400 の航跡を推定するから、目標 400 の検出位置が異なれば、推定した航跡も異なるものとなる。

【0063】

図 6 は、目標 400 の検出位置の違いと、それに基づいてセンサ 101, 102 が推定する航跡の違いとの関係を示す模式図である。

10

20

30

40

50

なお、説明を簡略化するため、以下の説明において、センサ101とセンサ102とは同時に目標400を観測するものとする。実際には、センサごとに観測時刻や観測周期が異なっていてもよい。

【0064】

時刻 t_1 において、センサ101は、目標400を観測し、検出位置611を得る。また、センサ102も同時に目標400を観測し、検出位置621を得る。

センサ101の検出位置611及びセンサ102の検出位置621には、センサの観測誤差が含まれているほか、バイアス誤差650の影響により、異なる検出位置となっている。

時刻 t_2 において、センサ101及びセンサ102は、目標400を観測し、それぞれ検出位置612及び検出位置622を得る。 10

同様に、センサ101及びセンサ102は、時刻 t_3 において検出位置613及び検出位置623を、時刻 t_4 において検出位置614及び検出位置624を、時刻 t_5 において検出位置615及び検出位置625を得る。

【0065】

航跡710は、検出位置611～615に基づいて、センサ101が推定した目標400の航跡である。

航跡720は、検出位置621～625に基づいて、センサ102が推定した目標400の航跡である。

推定位置711～715は、それぞれの時刻における最新の航跡710に基づいて、第一位置推定部241などが推定した目標400の位置である。 20

推定位置721～725は、それぞれの時刻における最新の航跡720に基づいて、第一位置推定部241などが推定した目標400の位置である。

【0066】

このように、センサの観測方法の違いなどにより、目標400の検出位置が異なり、その結果として、推定した航跡710と航跡720との間に差が生じる場合がある。

このような場合において、2つの航跡710, 720を融合して1つの航跡を生成すると、目標400の動きを正しく反映できない可能性がある。

例えば、2つの航跡710, 720それぞれから推定した推定位置を、それぞれの航跡710, 720の信頼度に基づいて重み付けして融合し、推定位置を求めた場合、航跡710, 720の信頼度が変化すると、目標400が動いていないのに推定位置が動いたり、目標400が直線運動しているのに推定位置が蛇行したりする可能性があり、融合した航跡の精度が、融合前の航跡の精度より劣化する場合がある。 30

【0067】

これに対して、どちらか一方の航跡を選択して採用すれば、少なくとも統合前の航跡の精度を確保することができるので、そのほうが目標400の動きを正しく反映したものとなる。

そのため、この実施の形態における航跡統合装置200は、航跡精度評価値 により評価した精度が最も高い航跡を選択して採用する。

【0068】

例えば、同一の目標400についてセンサ101～103が推定したセンサ航跡データが2つ（センサ航跡データA及びセンサ航跡データB）ある場合において、 $A < B$ であるとすると、センサ航跡データAのほうがセンサ航跡データBより精度が高いと航跡精度算出部260が評価したことを意味する。これに基づいて、重み付け算出部270が算出した（ A, B ）が（1, 0）であるということは、センサ航跡データAをセンサ航跡データBよりも優先し、センサ航跡データAを選択して採用することを意味する。逆に、 $A > B$ である場合なら、センサ航跡データBのほうがセンサ航跡データAより精度が高いと航跡精度算出部260が評価したことを意味し。これに基づいて、重み付け算出部270が算出した（ A, B ）が（0, 1）であるということは、センサ航跡データBをセンサ航跡データAよりも優先し、センサ航跡データBを選択して採用することを意 40

味する。

【0069】

この実施の形態における航跡統合装置200は、センサ101～103が推定した目標400の航跡の精度（信頼性）を、航跡精度評価値により評価し、最も精度の高い（信頼できる）航跡を、統合航跡（システム航跡）として採用する。

これにより、バイアス誤差による統合航跡の精度の劣化を防ぐことができる。

【0070】

また、統合航跡生成部280の処理を簡略化できるので、処理速度が向上し、CPU911などの処理装置の負荷を減らすことができる。

【0071】

この実施の形態における航跡統合装置200は、

情報を処理するCPU911などの処理装置と、航跡入力部210と、航跡精度算出部260と、重み付け算出部270と、統合航跡生成部280とを有することを特徴とする。

上記航跡入力部210は、上記処理装置を用いて、センサ101～103が目標400を観測した観測データに基づいて推定した目標400の航跡を表わすセンサ航跡データ510を入力することを特徴とする。

上記航跡精度算出部260は、上記処理装置を用いて、上記航跡入力部210が入力したセンサ航跡データ510に基づいて、上記センサ航跡データ510の精度を表わす航跡精度評価値を算出することを特徴とする。

上記重み付け算出部270は、上記処理装置を用いて、上記航跡精度算出部260が算出した航跡精度評価値に基づいて、上記センサ航跡データ510の重み付けを表わす航跡調整係数を算出することを特徴とする。

上記統合航跡生成部280は、上記処理装置を用いて、上記重み付け算出部270が算出した航跡調整係数に基づいて、上記センサ航跡データ510を統合し、統合航跡データ580を生成することを特徴とする。

【0072】

この実施の形態における航跡統合装置200によれば、センサ航跡データ510の精度を航跡精度評価値により評価し、評価結果に基づいて算出した航跡調整係数に基づいて、センサ航跡データ510を統合するので、生成した統合航跡データ580が表わす目標400の航跡の精度が高くなるという効果を奏する。

【0073】

上記重み付け算出部270は、上記センサ航跡データ510が複数ある場合、上記処理装置を用いて、上記複数のセンサ航跡データ510のうち、上記航跡精度算出部260が算出した航跡精度評価値が表わすセンサ航跡データ510の精度が最も高いセンサ航跡データ510について、上記航跡調整係数を1とし、他のセンサ航跡データ510について、上記航跡調整係数を0とすることを特徴とする。

【0074】

この実施の形態における航跡統合装置200によれば、複数のセンサ航跡データ510を融合するのではなく、最も精度が高いと評価したセンサ航跡データ510を選択して採用するので、バイアス誤差の影響による精度の劣化を防ぐことができるという効果を奏する。また、統合航跡生成部280を簡略化することができるので、処理速度の向上、処理装置の負荷の軽減を図ることができる。

【0075】

上記航跡精度算出部260は、上記処理装置を用いて、上記航跡入力部210が入力したセンサ航跡データ510に基づいて算出された残差Vに基づいて、上記残差Vが小さいほど上記センサ航跡データ510の精度が高いことを表わす航跡精度評価値を算出することを特徴とする。

【0076】

この実施の形態における航跡統合装置200によれば、センサ航跡データ510に基づ

10

20

30

40

50

いて算出した残差 V に基づいて、センサ航跡データ 510 の精度を評価するので、妥当な航跡精度評価値を得ることができ、それに基づいて生成した統合航跡データ 580 が表わす目標 400 の航跡の精度が高くなるという効果を奏する。

【0077】

上記航跡精度算出部 260 は、上記処理装置を用いて、上記航跡入力部 210 が入力したセンサ航跡データ 510 算出のもととなった観測データを観測したセンサ 101～103 の観測誤差に基づいて、上記観測誤差が小さいほど上記センサ航跡データ 510 の精度が高いことを表わす航跡精度評価値を算出することを特徴とする。

【0078】

この実施の形態における航跡統合装置 200 によれば、センサ航跡データ 510 算出のもととなった観測データを観測したセンサ 101～103 の観測誤差に基づいて、センサ航跡データ 510 の精度を評価するので、妥当な航跡精度評価値を得ることができ、それに基づいて生成した統合航跡データ 580 が表わす目標 400 の航跡の精度が高くなるという効果を奏する。

【0079】

この実施の形態における航跡統合装置 200 は、更に、情報を記憶する磁気ディスク装置 920 などの記憶装置と、航跡相關処理部 220 と、航跡記憶部 230 と、第一位置推定部 241 と、第二位置推定部 242 と、残差算出部 243 と、観測誤差係数算出部 252 とを有することを特徴とする。

上記航跡入力部 210 は、上記処理装置を用いて、上記センサ航跡データ 510 を複数入力することを特徴とする。

上記航跡相關処理部 220 は、上記処理装置を用いて、上記航跡入力部 210 が入力した複数のセンサ航跡データ 510 のうち、同一の目標についてのセンサ航跡データ 510 を判別して、上記複数のセンサ航跡データ 510 をグループ分けすることを特徴とする。

上記航跡記憶部 230 は、上記記憶装置を用いて、上記航跡入力部 210 が入力した複数のセンサ航跡データ 510 と、上記複数のセンサ航跡データ 510 それぞれについて上記航跡相關処理部 220 が判別した目標 400 とを対応づけて（センサ航跡データ 520（識別付）として）記憶することを特徴とする。

上記第一位置推定部 241 は、上記処理装置を用いて、上記航跡入力部 210 が入力した複数のセンサ航跡データ 510 それぞれに基づいて、上記目標の位置を推定することを特徴とする。

上記第二位置推定部 242 は、上記処理装置を用いて、上記航跡記憶部 230 が過去に記憶した複数のセンサ航跡データ 530 に基づいて、上記目標の位置を推定することを特徴とする。

上記残差算出部 243 は、上記処理装置を用いて、同一の目標 400 について、上記第一位置推定部 241 が推定した目標の位置と上記第二位置推定部 242 が推定した目標の位置との差を計算して残差 V とすることを特徴とする。

上記観測誤差係数算出部 252 は、上記処理装置を用いて、上記センサの観測誤差に比例する観測誤差係数を算出することを特徴とする。

上記航跡精度算出部 260 は、上記処理装置を用いて、上記航跡入力部 210 が入力した複数のセンサ航跡データ 510 それぞれについて、上記残差算出部 243 が算出した残差 V と上記観測誤差係数算出部 252 が算出した観測誤差係数との積 $\times V$ を計算して航跡精度評価値とすることを特徴とする。

上記重み付け算出部 270 は、上記処理装置を用いて、上記航跡相關処理部 220 が同一の目標 400 についてのセンサ航跡データ 510 であると判別してグループ分けした複数のセンサ航跡データ 510 のうち、上記航跡精度算出部 260 が算出した航跡精度評価値が最も小さいセンサ航跡データ 510 について、上記航跡調整係数を 1 とし、他のセンサ航跡データ 510 について、上記航跡調整係数を 0 とすることを特徴とする。

上記統合航跡生成部 280 は、上記処理装置を用いて、上記航跡相關処理部 220 が同一の目標についてのセンサ航跡データ 510 であると判別してグループ分けした複数のセ

10

20

30

40

50

ンサ航跡データ510について、上記第一位置推定部241が推定した目標の位置と上記重み付け算出部270が算出した航跡調整係数との積の総和を計算して上記目標の統合推定位置とし、算出した統合推定位置を含む統合航跡データ580を生成することを特徴とする。

【0080】

この実施の形態における航跡統合装置200によれば、入力したセンサ航跡データ510を相関処理により、同一の目標400についてのものにグループ分けしたのち、同じグループ内のセンサ航跡データ510について、残差V、観測誤差係数、航跡精度評価値 $= \times V$ を算出し、航跡精度評価値が最小のセンサ航跡データ510について航跡調整係数を1とし、他のセンサ航跡データ510について航跡調整係数を0とするので、それに基づいて生成した統合航跡データ580が表わす目標400の航跡の精度が高くなるという効果を奏する。

【0081】

この実施の形態における航跡統合装置200は、情報を処理する処理装置を有するコンピュータを上記説明した航跡統合装置200として機能させるプログラムを、コンピュータが実行することにより、実現可能である。

【0082】

この実施の形態における航跡統合装置200が、センサ101～103が目標を観測した観測データに基づいて推定した目標400の航跡を表わすセンサ航跡データを統合する航跡統合方法は、

10

CPU911などの処理装置が、上記センサ航跡データ510を入力し、

上記処理装置が、入力したセンサ航跡データ510に基づいて、上記センサ航跡データの精度を表わす航跡精度評価値を算出し、

上記処理装置が、算出した航跡精度評価値に基づいて、上記センサ航跡データの重み付けを表わす航跡調整係数を算出し、

上記処理装置が、算出した航跡調整係数に基づいて、上記センサ航跡データを統合し、統合航跡データ580を生成することを特徴とする。

20

【0083】

この実施の形態における航跡統合方法によれば、センサ航跡データ510の精度を航跡精度評価値により評価し、評価結果に基づいて算出した航跡調整係数に基づいて、センサ航跡データ510を統合するので、生成した統合航跡データ580が表わす目標400の航跡の精度が高くなるという効果を奏する。

30

【0084】

以上説明した航跡統合装置200(センサ情報融合装置)は、

同種類及び異種類からなるセンサからそれぞれセンサ航跡を出力するセンサ101～103と、

センサ航跡の組(ペア)を出力する航跡相関処理部220と、

センサ航跡の組(ペア)から航跡調整係数に基づき、システム航跡を出力する航跡統合処理部(統合航跡生成部280)と、

オペレータに、システム航跡及びセンサ航跡及び観測値を表示する表示処理部(航跡表示装置300)と、

40

センサ毎に、センサ航跡の航跡精度評価値を算出する航跡精度評価値算出処理部(航跡精度算出部260)と、

航跡精度評価値に基づき、航跡調整係数を設定する航跡調整係数算出処理部(重み付け算出部270)とを備えたことを特徴とする。

【0085】

以上のように、航跡精度評価値に基づき、航跡精度評価値が小さいという意味で、高精度なセンサ航跡を判定し、高精度なセンサ航跡が得られ続けている限りは、複数異種センサおよび複数同種センサからのセンサ航跡を用いた、センサ航跡同士の航跡統合は実施せず、同一のセンサからのセンサ航跡を使用し続けることで、他のセンサからのセンサ

50

航跡使用による、センサの検出位置から生じるバイアス誤差によるシステム航跡精度劣化を低減することが可能である。

【0086】

実施の形態2.

実施の形態2について、図7～図8を用いて説明する。

この実施の形態における目標観測システム800の全体構成は、実施の形態1で説明したものと同様なので、ここでは説明を省略する。

【0087】

図7は、この実施の形態における航跡統合装置200の機能ブロックの構成の一例を示すブロック構成図である。

なお、実施の形態1で説明した航跡統合装置200と共通する部分については、同一の符号を付し、ここでは説明を省略する。

【0088】

航跡統合装置200は、更に、選択航跡記憶部275を有する。

【0089】

重み付け算出部270は、CPU911などの処理装置を用いて、グループ分けした航跡精度評価値データ560のうち、1つの目標400に対応する航跡精度評価値データ560のなかで航跡精度評価値データ560が表わす航跡精度評価値が最小のものを判別する。

重み付け算出部270は、CPU911などの処理装置を用いて、判別した航跡精度評価値が最小の航跡精度評価値データ560に対応するセンサ航跡データ520(識別付)を示す選択航跡データ575を出力する。

選択航跡データ575は、例えば、判別した航跡精度評価値データ560に含まれる目標400の識別情報やセンサ識別情報を含む。

【0090】

選択航跡記憶部275は、CPU911などの処理装置を用いて、重み付け算出部270が出力した選択航跡データ575を入力する。

選択航跡記憶部275は、磁気ディスク装置920などの記憶装置を用いて、入力した選択航跡データ575を記憶する。

【0091】

重み付け算出部270は、CPU911などの処理装置を用いて、選択航跡記憶部275が記憶した選択航跡データ575のなかから、前回の選択航跡データ575を取得する。

重み付け算出部270は、CPU911などの処理装置を用いて、取得した選択航跡データ575に基づいて、航跡精度評価値が最小の航跡精度評価値データ560に対応するセンサ航跡データ520(識別付)が変化したか否かを判定する。

例えば、重み付け算出部270は、CPU911などの処理装置を用いて、入力した選択航跡データ575のなかから、判別した航跡精度評価値が最小の航跡精度評価値データ560に含まれる目標400の識別情報と同じ目標400の識別情報を含むものを取得する。重み付け算出部270は、CPU911などの処理装置を用いて、判別した航跡精度評価値が最小の航跡精度評価値データ560に含まれるセンサ識別情報と、取得した選択航跡データ575に含まれるセンサ識別情報を比較して、一致しなければ、航跡精度評価値が最小の航跡精度評価値データ560に対応するセンサ航跡データ520(識別付)が変化したと判定する。

【0092】

航跡精度評価値が最小の航跡精度評価値データ560に対応するセンサ航跡データ520(識別付)が変化していないと判定した場合、重み付け算出部270は、CPU911などの処理装置を用いて、1つの目標400に対応する航跡精度評価値データ560のなかで、航跡精度評価値が最小の航跡精度評価値データ560については、航跡調整係数を1とし、他の航跡精度評価値データ560については、航跡調整係数を0とする

10

20

30

40

50

。

航跡精度評価値 A が最小の航跡精度評価値データ 560 に対応するセンサ航跡データ 520 (識別付) が変化したと判定した場合、重み付け算出部 270 は、CPU911 などの処理装置を用いて、1つの目標 400 に対応する今回の航跡精度評価値データ 560 のなかで、航跡精度評価値 A が最小の航跡精度評価値データ 560 については、航跡調整係数 A を 0 とし、前回航跡精度評価値 A が最小だったセンサ航跡データ 520 (識別付) に対応する航跡精度評価値データ 560 については、航跡調整係数 A を $1 - \alpha$ とし、他の航跡精度評価値データ 560 については、航跡調整係数 A を 0 とする。ここで、 α は、あらかじめ定めた 0 以上 1 以下の数値である。 α は、例えば、管制官が入力したものを、重み付け算出部 270 が磁気ディスク装置 920 などの記憶装置を用いて記憶しておく。なお、 α を複数記憶しておき、変化の前後におけるセンサ航跡データにより、異なる α を採用することとしてもよい。

【0093】

例えば、同一の目標 400 について、センサ 101 ~ 103 が推定したセンサ航跡データが 2 つ (センサ航跡データ A 及びセンサ航跡データ B) あり、航跡精度算出部 260 が算出した航跡精度評価値のうち、センサ航跡データ A について算出したものを航跡精度評価値 A_A 、センサ航跡データ B について算出したものを航跡精度評価値 B_A とし、 $A_A < B_A$ であるとする。重み付け算出部 270 は、 $A_A < B_A$ ので、CPU911 などの処理装置を用いて、センサ航跡データ A についての航跡調整係数 A_A を 1 とし (前回も $A_A < B_A$ だった場合)、センサ航跡データ A を選択したことを表わす選択航跡データ 575 を出力する。選択航跡データ 575 は、選択航跡記憶部 275 が記憶しておく。

次回の観測において、やはり同じ目標 400 について、センサ 101 ~ 103 が推定したセンサ航跡データが 2 つ (センサ航跡データ A' 及びセンサ航跡データ B') あるとする。ここで、センサ航跡データ A とセンサ航跡データ A' とは、同一諸元 (センサ及び観測方法が同一) であるものとし、同様に、センサ航跡データ B とセンサ航跡データ B' とは、同一諸元であるものとする。また、航跡精度算出部 260 が算出した航跡精度評価値のうち、センサ航跡データ A' について算出したものを航跡精度評価値 A'_A 、センサ航跡データ B' について算出したものを航跡精度評価値 B'_A とし、 $A'_A > B'_A$ であるとする。

重み付け算出部 270 は、CPU911 などの処理装置を用いて、選択航跡記憶部 275 が記憶した選択航跡データ 575 を取得し、前回は $A_A < B_A$ だったことを判別する。センサ精度評価値が最小のセンサ航跡データが変化したので、重み付け算出部 270 は、CPU911 などの処理装置を用いて、センサ航跡データ B' についての航跡調整係数 B_B を、 1 ではなく、 α とする。また、前回センサ精度評価値が最小だったセンサ航跡データ A' についての航跡調整係数 A_A を、 0 ではなく、 $1 - \alpha$ とする。

なお、同一の目標 400 についてのセンサ航跡データが 3 以上あり、前回も今回もセンサ精度評価値が最小でないセンサ航跡データがある場合には、重み付け算出部 270 は、CPU911 などの処理装置を用いて、そのセンサ航跡データについての航跡調整係数を 0 とする。

【0094】

また、前回センサ精度評価値が最小だったセンサ航跡データと同一諸元のセンサ航跡データが欠測などにより今回存在しないことによるトップ交代である場合には、重み付け算出部 270 は、CPU911 などの処理装置を用いて、今回センサ精度評価値が最小のセンサ航跡データについての航跡調整係数 A を 1 とする。あるいは、上記と同様、今回センサ精度評価値が最小のセンサ航跡データについての航跡調整係数 A を 0 とし、融合相手として、航跡記憶部 230 が記憶した前回センサ精度評価値が最小だった前回のセンサ航跡データを使用してもよい。

【0095】

図 8 は、この実施の形態における航跡統合装置 200 が生成する統合航跡の一例を示す模式図である。

10

20

30

40

50

細線で示した航跡 710 及び航跡 720 は、同一の目標 400 についての航跡であり、航跡 710 はセンサ 101 が生成したセンサ航跡データ 510 が表わす航跡、航跡 720 は、センサ 102 が生成したセンサ航跡データ 510 が表わす航跡である。

また、太線で示した航跡 750 は、航跡統合装置 200 が生成した統合航跡データ 580 が表わす航跡である。

【0096】

時刻 t_3 までは、航跡 710 に対応する航跡精度評価値 α が最小だったとする。そのため、航跡 750 のうち、時刻 t_3 までの推定位置は、航跡 710 の推定位置 711 ~ 713 と一致している。

時刻 t_4 において、航跡 720 に対応する航跡精度評価値 β のほうが、航跡 710 に対応する航跡精度評価値 α よりも小さくなつたとする。そのため、航跡 750 のうち、時刻 t_4 における目標 400 の推定位置 754 は、推定位置 714 と推定位置 724 とを結ぶ線分を $\alpha : 1 - \beta$ に按分した位置となる。

また、時刻 t_5 以降においても、航跡 720 に対応する航跡精度評価値 β が最小だとする。そのため、航跡 750 のうち、時刻 t_5 における目標 400 の推定位置は、航跡 720 の推定位置 725 と一致している。

【0097】

実施の形態 1 の方式では、航跡精度評価値 α が最小のセンサ航跡データ 520 (識別付) が変化すると、その時点で選択するセンサ航跡データ 520 (識別付) を完全に切り替える。そのため、時刻 t_4 における目標 400 の推定位置は、推定位置 754 ではなく、航跡 720 と同じ推定位置 724 になる。

【0098】

航跡 710 と航跡 720 とが離れている場合、急激に航跡が切り替わると、航跡表示装置 300 の表示を見ている管制官などが混乱し、判断を誤る可能性がある。

この実施の形態における航跡統合装置 200 は、原則としては、複数のセンサ航跡データのなかから、1つのセンサ航跡データを選択して、統合航跡データ 580 とするが、選択するセンサ航跡データを切り替える必要が生じたときは、切り替え前のセンサ航跡データと、切り替え後のセンサ航跡データとを重み付けにより融合して、統合航跡データ 580 を生成する。これにより、航跡表示装置 300 が航跡の切り替えをスムーズに表示することができる、混乱や誤解を防ぐことができる。

【0099】

この実施の形態における航跡統合装置 200 は、以下の特徴を有する。

上記重み付け算出部 270 は、上記センサ航跡データが複数あり、上記航跡精度算出部 260 が算出した航跡精度評価値 α が表わすセンサ航跡データの精度が最も高いセンサ航跡データが変化した場合、上記処理装置を用いて、上記複数のセンサ航跡データのうち、上記センサ航跡データの精度が最も高いセンサ航跡データについて、上記航跡調整係数を所定の値 α とすることを特徴とする。

【0100】

この実施の形態における航跡統合装置 200 によれば、センサ航跡データの精度が最も高いセンサ航跡データが変化した場合、すぐに航跡を切り替えるのではなく、前回まで精度が最も高かったセンサ航跡データと、新たに精度が最も高くなつたセンサ航跡データとを融合して、中間的な統合航跡データを生成するので、航跡切り替えに伴う混乱や誤解を防ぐことができるという効果を奏する。

【0101】

なお、精度が最も高いセンサ航跡データが変化した一回だけでなく、複数回にわたって中間的な統合航跡データを生成することとしてもよい。その場合、徐々に α が増加して 1 に近づくよう設定することにより、航跡切り替えを更にスムーズにすることができる。

【0102】

以上説明した航跡統合装置 200 (センサ情報融合装置) は、

システム航跡を構成するセンサ航跡の連続性を見て、航跡調整係数 α の値を制御する航

10

20

30

40

50

跡調整係数制御処理部（重み付け算出部 270）を備えたことを特徴とする。

【0103】

以上のように、システム航跡を形成するセンサ航跡の内容が変わる場合に、航跡調整係数に重みを加えて、システム航跡を生成することにより、センサ航跡のバイアス誤差の影響によるシステム航跡のばらつきを抑えることが可能である。

【0104】

実施の形態 3 .

実施の形態 3 について、図 9 を用いて説明する。

この実施の形態における目標観測システム 800 の全体構成は、実施の形態 1 で説明したものと同様なので、ここでは説明を省略する。

10

【0105】

図 9 は、この実施の形態における航跡統合装置 200 の機能ブロックの構成の一例を示すブロック構成図である。

なお、実施の形態 1 及び実施の形態 2 で説明した航跡統合装置 200 と共通する部分については、同一の符号を付し、ここでは説明を省略する。

【0106】

航跡統合装置 200 は、更に、トレース算出部 276 を有する。

【0107】

この実施の形態において、センサ 101 ~ 103 が出力するセンサ航跡データ 510 は、誤差共分散行列を表わす情報を含む。

20

誤差共分散行列とは、センサ 101 ~ 103 がカルマンフィルタなどを用いて目標 400 の航跡を推定する場合に、推定した目標 400 の航跡とともに得られるデータであり、航跡推定の誤差の分散及び共分散を推定したものである。

【0108】

トレース算出部 276 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、航跡入力部 210 が出力したセンサ航跡データ 510 を入力する。

トレース算出部 276 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、入力したセンサ航跡データ 510 から、誤差共分散行列を取得する。

トレース算出部 276 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、取得した誤差共分散行列のトレースを算出する。トレースとは、正方行列の対角成分の和のことである。誤差共分散行列は正方行列なので、トレースを計算することができる。

30

誤差共分散行列のトレースは、航跡推定の誤差の分散の総和であるから、小さいほうが航跡推定の精度が高いことを示す。

トレース算出部 276 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、算出したトレースを表わすトレースデータ 576 を出力する。

【0109】

なお、トレース算出部 276 が誤差共分散行列のトレースを算出するのではなく、センサ 101 ~ センサ 103 が誤差共分散行列のトレースを算出して、算出した誤差共分散行列のトレースを表わす情報を含むセンサ航跡データ 510 を出力してもよい。

【0110】

重み付け算出部 270 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、トレース算出部 276 が出力したトレースデータ 576 を入力する。

40

重み付け算出部 270 は、判別した航跡精度評価値 α が最小のセンサ航跡データ 520 (識別付) が切り替わったと判定した場合、CPU 911 などの処理装置を用いて、入力したトレースデータ 576 が表わすトレースに基づいて、 α を算出する。

重み付け算出部 270 は、CPU 911 などの処理装置を用いて、算出した α に基づいて、航跡調整係数 β を算出する。

【0111】

前回、航跡精度評価値 α が最小だったセンサ航跡データ 520 (識別付) に対応するトレースを t_{rA} 、新たに航跡精度評価値 α' が最小になったセンサ航跡データ 520 (識別

50

付)に対応するトレースを $t_r B$ とする。重み付け算出部 270 は、CPU911などの処理装置を用いて、トレース $t_r A$ の逆数 $1/t_r A$ と、トレース $t_r B$ の逆数 $1/t_r B$ とを算出する。誤差共分散行列のトレースは、小さいほうが航跡推定の精度が高いことを示すから、トレースの逆数は、大きいほうが航跡推定の精度が高いことを示す。

航跡調整係数データ 570 は、CPU911などの処理装置を用いて、算出したトレース $t_r A$ の逆数 $1/t_r A$ と、算出したトレース $t_r B$ の逆数 $1/t_r B$ との和 ($1/t_r A + 1/t_r B$) を算出し、算出したトレース $t_r B$ の逆数 $1/t_r B$ を、算出したトレースの逆数の和 ($1/t_r A + 1/t_r B$) で除したもの ($1/t_r B$) / ($1/t_r A + 1/t_r B$) を算出して、 α とする。

【0112】

10

この実施の形態では、実施の形態 2 と同様、航跡精度評価値 σ により評価した航跡の精度が最も高い航跡が、航跡精度評価値 σ の変動により変化し、航跡を切り替える際、2つのセンサ航跡データを融合して中間的な統合航跡データを生成する。

この実施の形態では、2つのセンサ航跡データを融合する際の重み付けである航跡調整係数 α をあらかじめ定めた値とするのではなく、誤差共分散行列のトレースを元に算出した値を用いるので、統計的に妥当な重み付けをすることができる。

【0113】

この実施の形態における航跡統合装置 200 は、以下の特徴を有する。

上記重み付け算出部 270 は、上記センサ航跡データが複数ある場合、上記処理装置を用いて、上記航跡入力部 210 が入力した複数のセンサ航跡データそれぞれについての誤差共分散行列の対角成分の和(トレース)に基づいて、上記複数のセンサ航跡データそれぞれについて、上記誤差共分散行列の対角成分の和の逆数に比例する航跡調整係数 α を算出することを特徴とする。

20

【0114】

この実施の形態における航跡統合装置 200 によれば、複数のセンサ航跡データの重み付けである航跡調整係数 α として、誤差共分散行列の対角成分の和に比例する航跡調整係数を算出するので、統計的に妥当な重み付けをすることができるという効果を奏する。

【0115】

以上説明した航跡統合装置 200 (センサ情報融合装置) は、

センサ航跡の誤差共分散行列を用いて、航跡調整係数 α を算出し、そのセンサ航跡の誤差共分散行列に基づく航跡調整係数 α でシステム航跡を算出するように制御するといった、誤差共分散行列による航跡調整係数制御処理部(重み付け算出部 270)を備えたことを特徴とする。

30

【0116】

以上のように、誤差共分散行列から算出した航跡調整係数 α を適用することにより、統計的に妥当な航跡調整係数を算出することが可能となり、システム航跡の精度劣化を低減することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0117】

【図1】実施の形態1における目標観測システム800の構成の一例を示すシステム構成図。

40

【図2】実施の形態1における航跡統合装置200の外観の一例を示す図。

【図3】実施の形態1における航跡統合装置200のハードウェア資源の一例を示す図。

【図4】実施の形態1における航跡統合装置200の機能ブロックの構成の一例を示すブロック構成図。

【図5】実施の形態1における航跡統合装置200が統合航跡データ580を生成する航跡統合処理の流れの一例を示すフローチャート図。

【図6】目標400の検出位置の違いと、それに基づいてセンサ101, 102が推定する航跡の違いとの関係を示す模式図。

【図7】実施の形態2における航跡統合装置200の機能ブロックの構成の一例を示すブ

50

ロック構成図。

【図8】実施の形態2における航跡統合装置200が生成する統合航跡の一例を示す模式図。

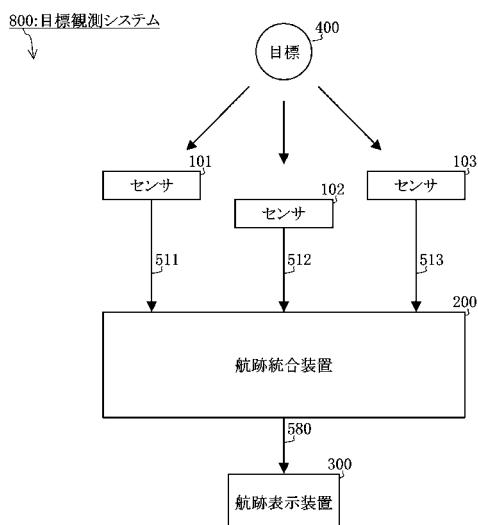
【図9】実施の形態3における航跡統合装置200の機能ブロックの構成の一例を示すブロック構成図。

【符号の説明】

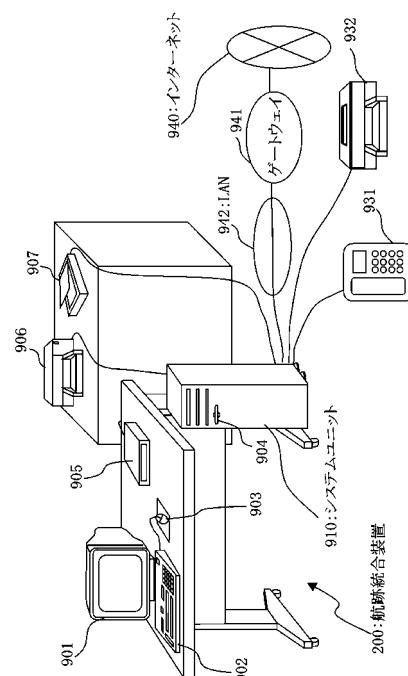
【0118】

101～103 センサ、200 航跡統合装置、210 航跡入力部、220 航跡
相関処理部、230 航跡記憶部、241 第一位置推定部、242 第二位置推定部、
243 残差算出部、251 センサ精度記憶部、252 観測誤差係数算出部、260 10
航跡精度算出部、270 重み付け算出部、275 選択航跡記憶部、276 トレー
ス算出部、280 統合航跡生成部、300 航跡表示装置、400 目標、510～5
30 センサ航跡データ、541 第一推定位置データ、542 第二推定位置データ、
543 残差データ、551 センサ精度データ、552 観測誤差係数データ、560 20
航跡精度評価値データ、570 航跡調整係数データ、575 選択航跡データ、57
6 トレスデータ、580 統合航跡データ、611～625 検出位置、650 バ
イアス誤差、710, 720 航跡、711～715, 721～725 推定位置、80
0 目標観測システム、901 表示装置、902 キーボード、903 マウス、90
4 FDD、905 CDD、906 プリンタ装置、907 スキャナ装置、910
システムユニット、911 CPU、912 バス、913 ROM、914 RAM、
915 通信装置、920 磁気ディスク装置、921 OS、922 ウィンドウシ
ステム、923 プログラム群、924 ファイル群、931 電話器、932 ファクシ
ミリ機、940 インターネット、941 ゲートウェイ、942 LAN。

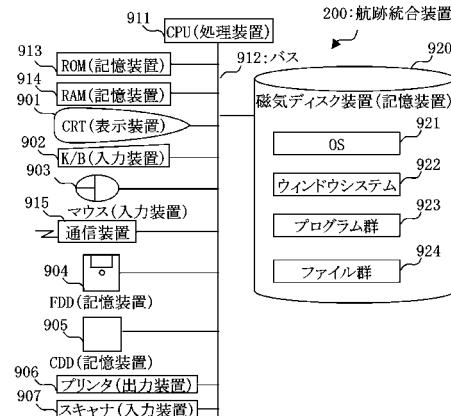
【図1】



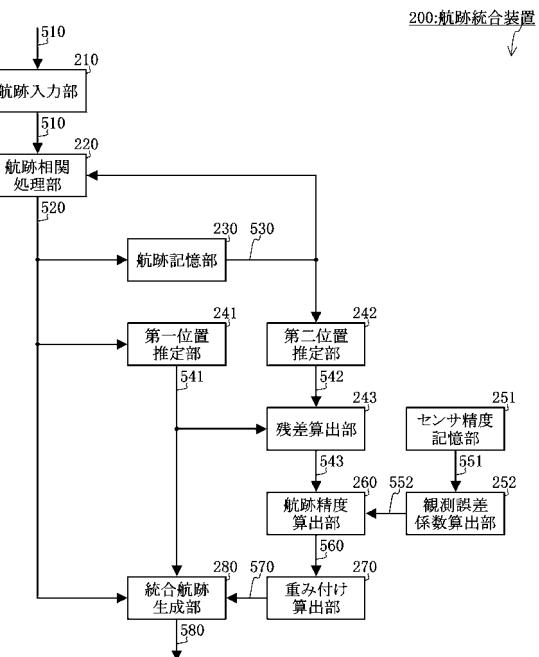
【図2】



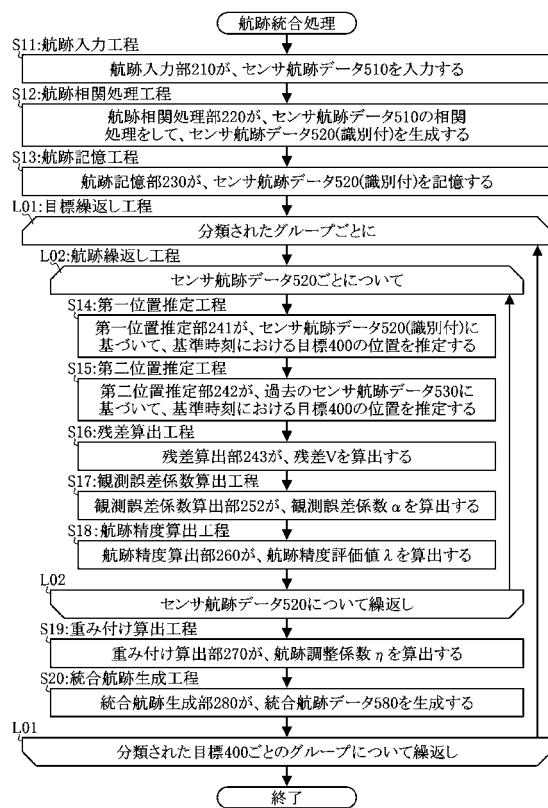
【図3】



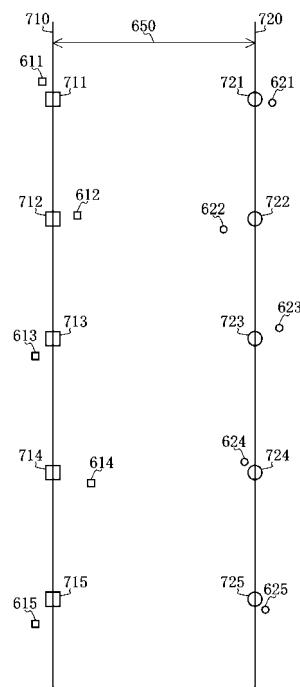
【図4】



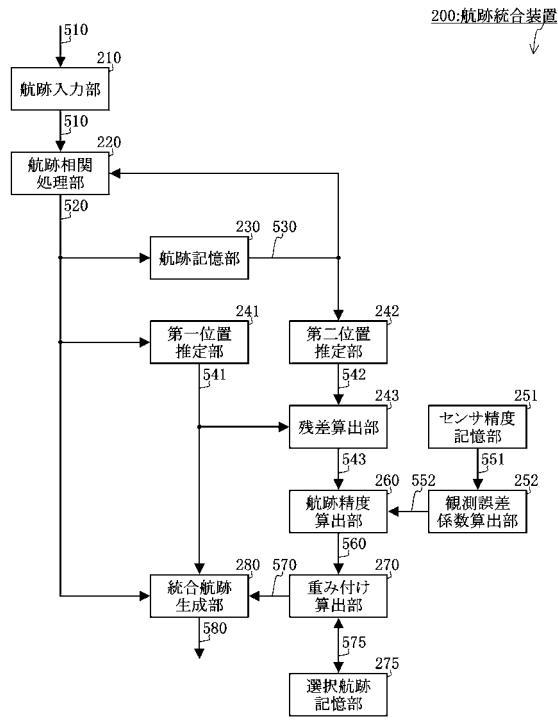
【図5】



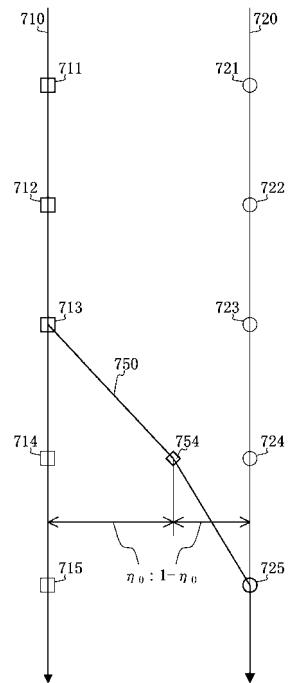
【図6】



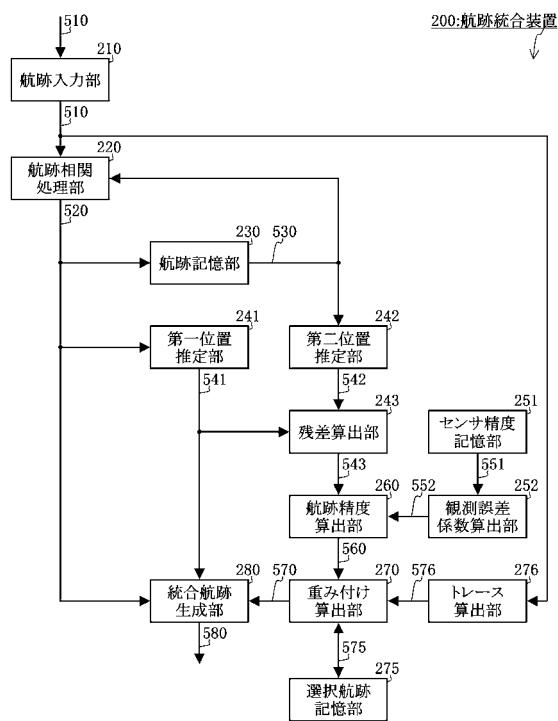
【図7】



【 図 8 】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 浅野 福吉

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 櫻井 健太

(56)参考文献 特開2000-284049 (JP, A)

特開平03-245081 (JP, A)

特開2007-010367 (JP, A)

特開2002-022824 (JP, A)

特開平9-257924 (JP, A)

特開2005-024535 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 7/00 - 7/42

G01S 13/00 - 13/95