

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6025742号

(P6025742)

(45) 発行日 平成28年11月16日(2016.11.16)

(24) 登録日 平成28年10月21日(2016.10.21)

(51) Int.Cl. F I
G 0 8 G 5/00 (2006.01) G 0 8 G 5/00 A
B 6 4 F 1/36 (2006.01) B 6 4 F 1/36

請求項の数 10 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2013-543163 (P2013-543163)	(73) 特許権者	500520743
(86) (22) 出願日	平成23年9月23日 (2011. 9. 23)		ザ・ボーイング・カンパニー
(65) 公表番号	特表2014-500556 (P2014-500556A)		The Boeing Company
(43) 公表日	平成26年1月9日 (2014. 1. 9)		アメリカ合衆国、60606-2016
(86) 国際出願番号	PCT/US2011/053112		イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100
(87) 国際公開番号	W02012/078231	(74) 代理人	100109726
(87) 国際公開日	平成24年6月14日 (2012. 6. 14)		弁理士 園田 吉隆
審査請求日	平成26年8月12日 (2014. 8. 12)	(74) 代理人	100101199
(31) 優先権主張番号	12/965, 312		弁理士 小林 義敦
(32) 優先日	平成22年12月10日 (2010. 12. 10)	(72) 発明者	コンウェイ, シーラ アール.
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国 ワシントン 98115
			, シアトル, 36番 アヴェニュー
			ノースイースト 6217

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 航空機経路適合性の監視

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プロセッサと、

プロセッサにアクセス可能なメモリであって、プロセッサに、

航空機に割り当てられた航空交通航法制限にアクセスさせ、

航空機に関連付けられた向き変化速度情報及び航空機の横揺れ角速度特性を含む、航空機に関連付けられた航空機性能データにアクセスさせ、

航空機の検出された位置、航空機の速度および航空機の向きを含む、航空機に関連付けられた航空機状態データにアクセスさせ、

航空機状態データ、航空機性能データ、および、航空機の向きを変化させるための推測遅延時間に基づいて航空機の少なくとも1つの未来位置を予測させ、かつ、

少なくとも1つの未来位置が割り当てられた航空交通航法制限を違反すると、警告を生成させる

ようプロセッサにより実行可能な命令を保存しているメモリと、を含む、航空交通管制システム。

【請求項 2】

航空機から情報を受信するためのデータリンクインタフェースをさらに含み、データリンクインタフェースを介して航空機状態データの少なくとも一部がアクセスされる、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

10

20

航空機の向きが、横揺れ角度および縦揺れ角度のうちの少なくとも一つを含む、請求項 1 又は 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

航空交通航法制限が航法精度要件経路を含む、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 5】

検出された位置が、レーダー反射波データに基づいて判定される、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 6】

命令が、プロセッサに、

航空機状態データに少なくとも部分的に基づいて、航空機が航空交通航法制限を違反する確率を推測させ、かつ、

航空機が航空交通航法制限を違反する確率が閾値を満たすという判定に応答して警告を生成させる

ようさらに実行可能である、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 7】

航空交通管制システムにおいて、航空機の検出された位置、航空機の速度および航空機の向きを含む、航空機に関連付けられた航空機状態データを受信すること、

航空機状態データ、航空機性能データ、および、航空機の向きを変化させるための推測遅延時間に基づいて航空機の予測未来位置を判定すること、

予測未来位置と航空機に割り当てられた航空交通航法制限との比較に応答して警告を生成すること、

航空機の種類に基づいて、航空機の向き変化速度情報及び横揺れ角速度特性を含む航空機性能データを判定すること、および、

航空機状態データ、および、航空機性能データに基づいて、航空機が航空交通航法制限を違反する確率を推測すること、
を含み、

航空機が航空交通航法制限を違反する確率が閾値を満たすという判定に応答して警告を生成する、

方法。

【請求項 8】

航空交通航法制限を指定する入力を受信することをさらに含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

航空交通管制システムの表示装置において表示を生成することをさらに含み、表示が、予測未来位置の指標を含む、請求項 7 又は 8 に記載の方法。

【請求項 10】

航空機性能データが、横揺れ角速度限界を含む、請求項 7 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、概して、航空機経路適合性の監視に関する。

【背景技術】

【0002】

航空交通管制方式の中には、経路適合性に依存するものがある。例えば、航空交通管制官は、航空機に飛行経路を割り当てることがある。飛行経路は、起こりうる衝突（例えば、他の航空機との）を回避するよう選択可能である。航空機は、特定の航法パラメータ内の飛行経路上にとどまると予期される。例えば、航空機は、航法精度要件（RNP）値内の飛行経路を維持することが予期される。RNP 値は、RNP 経路と呼ばれる飛行経路周囲の空域の体積または「トンネル」を規定している。航空機は、RNP 経路の境界内に収

10

20

30

40

50

まっていることが予期される。

【 0 0 0 3 】

航空交通管制官は、航空機が R N P 経路を遵守するよう、航空機を監視する責務を負う場合がある。例えば、航空交通管制官には、高リフレッシュ速度を有するレーダー表示部が提供されることがある。レーダー表示部は、レーダー反射波情報に基づいて航空機の最新位置を示すことができる。また、レーダー表示部は、航空機の以前の位置を示すことができる。したがって、レーダー表示部は、航空機が R N P 経路を現在遵守しているか否かを示すことができる。航空機が将来の時点において R N P 経路を遵守すると予期されるか否かを評価するために、航空交通管制官は、以前の位置および最新位置に基づいて航空機の次の位置を思考して推定できる。あるいは、管制官の自動化機能により、この推定位置が管制官に提供されることもある。

10

【 発 明 の 概 要 】

【 0 0 0 4 】

航空機経路適合性を監視するためのシステムおよび方法を開示する。特定の方法は、航空機の航法精度要件 (R N P) 経路の遵守を監視できる。該方法は、R N P 経路からの偏位を予期するために航空機の位置を予測できる。該方法は、R N P 経路からの偏位の検出または偏位の予測に応答して警告を生成してもよい。航空機の未来位置は、航空機と地上局との間のデータリンクによって提供される位置、速度ベクトルおよび航空機横揺れ角度などの航空機状態データを用いて予測可能である。例えば、航空機状態データを提供するために、1 0 9 0 M H z の拡張監視 (E H S) データリンクを用いてもよい。航空機の未来位置もまた、航空機の推測性能等、航空機についての情報を用いて予測可能である。航空交通管制官に提供された表示部は、航空機の 1 つ以上の検出された位置に加えて航空機の予測未来位置を示してもよい。

20

【 0 0 0 5 】

特定の実施形態において、方法は、航空交通管制システムにおいて、航空機に関連付けられた航空機状態データを受信することを含む。航空機状態データは、航空機の検出された位置、航空機の速度、航空機の横揺れ角度および航空機の向きを含む。該方法はまた、航空機状態データに基づいて航空機の少なくとも 1 つの未来位置を予測することを含む。該方法は、予測未来位置と航空機に割り当てられた航空交通航法制限との比較に応答して警告を生成することをさらに含む。

30

【 0 0 0 6 】

特定の実施形態において、固定のコンピュータで読み取り可能な媒体は、プロセッサに、航空機に割り当てられた航空交通航法制限にアクセスさせるようプロセッサにより実行可能な命令を含む。該命令は、プロセッサに、航空機に関連付けられた航空機状態データにアクセスさせるようさらに実行可能である。航空機状態データは、航空機の検出された位置、航空機の速度、航空機の横揺れ角度および航空機の向き (例えば、横揺れ角度、縦揺れ角度または偏揺れ角度) を含む。該命令は、プロセッサに、航空機状態データに基づいて航空機の少なくとも 1 つの未来位置を予測させるようさらに実行可能である。該命令は、プロセッサに、予測未来位置と航空機に割り当てられた航空交通航法制限との比較に応答して警告を生成させるようさらに実行可能である。

40

【 0 0 0 7 】

特定の実施形態において、航空交通管制システムは、プロセッサと、プロセッサにアクセス可能なメモリとを含む。メモリは、プロセッサに、航空機に割り当てられた航空交通航法制限にアクセスさせるようプロセッサにより実行可能な命令を保存する。該命令は、プロセッサに、航空機に関連付けられた航空機状態データにアクセスさせるようさらに実行可能である。航空機状態データは、航空機の検出された位置、航空機の速度および航空機の向きを含む。該命令は、プロセッサに、航空機状態データに基づいて航空機の少なくとも 1 つの未来位置を予測させるようさらに実行可能である。該命令は、プロセッサに、未来位置が割り当てられた航空交通航法制限に違反すると警告を生成させるようさらに実行可能である。

50

【 0 0 0 8 】

本明細書に記載の特徴、機能および利点は各種実施形態において独立して達成可能であり、また、他の実施形態において組み合わせることも可能である。実施形態の詳細は以下の説明および図面を参照して開示される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 図 1 は、航空機の予測経路を示した図である。

【 図 2 】 図 2 は、航空機の予測経路を示した追加の図である。

【 図 3 】 図 3 は、航空機の予測経路を示した 2 つの追加の図である。

【 図 4 】 図 4 は、航空機経路適合性を監視するためのシステムに係る特定の実施形態のブロック図である。

10

【 図 5 】 図 5 は、航空機経路適合性を監視する方法の第 1 の特定の実施形態のフローチャートである。

【 図 6 】 図 6 は、航空機経路適合性を監視する方法の第 2 の特定の実施形態のフローチャートである。

【 図 7 】 図 7 は、特定の実施形態に係る航空機経路適合性を監視する方法を行うよう構成されたコンピュータシステムのブロック図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 0 】

航空交通管制官は、自らの制御下にある各航空機に、航空機がとどまるよう预期される空間の「トンネル」を割り当てることがある。トンネル、つまり経路は、航法精度要件 (R N P) 経路として指定可能である。航空交通管制官は、位置情報のレーダー表示部を用いて、各航空機の経路適合性を監視できる。レーダー表示部は本質的に、航空機の過去的位置についての情報を表示する。例えば、レーダー表示部は、(レーダー反射波に基づいて) どこで航空機が最後に検出されたかについての情報を提供可能である。したがって、航空機がレーダー表示部上に示されるまでに、航空機はいくらか動いてしまっている。航空機の表示位置と航空機の実際の位置との変動を考慮するために、航空交通管制システムにより航空機に割り当てられる空域の量は、比較的大きい可能性があり、このことが効率の悪さにつながりかねない。例えば、空港が混雑してくるにつれて、より多くの航空機が空港周囲の空域を用いる可能性がある。位置の不確定性を考慮するために各航空機に広い経路を割り当てることは、空港周囲の空域を用いることができる航空機の数を通り過ぎるために減少させかねない。

20

30

【 0 0 1 1 】

空港における標準計器出発方式 (S I D S) および標準計器到着方式 (S T A R S) といった広域航法 (R N A V) および R N P 経路に基づくクリアランスの数および可用性は、増大しつつある可能性がある。しかしながら、これらの経路に基づくクリアランスに用いられる間隔基準は、航空機の経路適合性の正確性、反復性、予測可能性に依存していない。したがって、標準のレーダー間隔基準に適合し、これを保証するように、かつ、レーダーと航法の両方の不確定性を過補償するように、他の航空機の経路に対し経路が配置されることが通常である。これにより、経路間で必要以上に広いクリアランスエリアが生じる結果となる。

40

【 0 0 1 2 】

ここに開示する実施形態は、航空機の予測位置を用いて、航空交通管制官に预期されるか、または、起こりうる経路適合性違反を警告する。例えば、航空機の未来位置は、航空機の検出された位置と、航空機の速度および横揺れ角度といった航空機状態データとに基づいて予測可能である。航空機状態データは、航空機と航空交通管制システムなどの地上システムとの間のデータリンクを用いて判定できる。例えば、拡張監視 (E H S) データリンクを用いて、状態データを提供できる。E H S データリンクには、1 0 9 0 M H z E H S リンクといった放送型自動従属監視 (A D S - B) 伝送が含まれ得る。

50

【 0 0 1 3 】

状態データを用いて、経路適合性の予測を向上させ、かつ、経路適合性違反が予測されるとき（すなわち、経路適合性違反が起こる前に）航空交通管制官に対して警告を生成してもよい。状態データを用いて、航空機の未来位置を見積もってもよい。例えば、現在航空機が割り当てられたトンネル内にあるが、高速で非常に急なバンク角を有している場合、次の位置は、トンネルの外側となると予測可能である。航空機についての情報はまた、未来位置を予測するために用いることができる。例えば、航空機の推測復帰時間を用いて、航空交通管制官に対し警告すべきか否か、および、いつ警告すべきかを判定できる。推測復帰時間は、航空機の性能特性に基づいて判定できる。例を挙げると、推測復帰時間は、航空機に関連付けられた最大横揺れ角速度（すなわち、横揺れ角速度限界）などの横揺れ角速度特性に基づいて判定できる。例えば、特定の状況において、航空機の予期される横揺れ角速度（横揺れ角速度特性から判定）、航空機の速さ、航空機のバンク角ならびに航空機の最後に検出された位置および機首方向に基づいて、たとえ操縦士が即座に修正措置を行っても航空機はRNP経路を違反することを示す算定を行い得る。したがって航空機の予測未来位置に基づいて即座に航空交通管制官に警告をもたらすことができる。つまり、航空交通管制官は、RNP経路の違反が起こる前に警告を受けることができる。

10

【0014】

ここに開示するシステムおよび方法を用いることにより、より狭く、より大胆な経路および航空交通航法制限を用いることができる。というのも、航空機状態データを用いて、航空機の未来位置をより迅速かつより正確に予測可能だからである。したがって、より効率的なSIDS、STARsおよびその他の性能準拠型航法（PBN）経路を確立可能であり、かつ、より大胆な経路準拠型間隔基準を用いることができ、結果として、航空交通サービスが向上する。

20

【0015】

図1は、航空機の予測経路を示す図である。図1は、種々の時点において検出される航空機の位置を示している。例えば、航空機の検出位置は、第1の時点で航空機が検出された第1検出位置130と、第1の時点に引き続く第2の時点で航空機が検出された第2検出位置132を含む。

【0016】

図1はまた、航空機に関連付けられた広域航法（RNAV）/航法精度要件（RNP）計画102も示している。RNAV/RNP計画102は、航空機の予定されたまたは割り当てられた飛行経路に対応してよい。RNAV/RNP計画102は、航空機により航空交通管制システムまたは航空交通管制官に提供された情報に基づいて決定されてもよいし、または航空交通管制システムまたは航空交通管制官により航空機に割り当てられてもよい。RNAV/RNP計画102は、航空交通航法制限103、104に拘束されてもよい。図1に示すように、航空交通航法制限103、104は、第1航空交通航法制限103および第2航空交通航法制限104を含んでいてよい。航空機は、第1航空交通航法制限103内にとどまると予期され、かつ、航空機が第2航空交通航法制限104の外側を通過した場合、警告が生成されたり、その他の措置が講じられたりしてよい。特定の実施形態において、航空交通航法制限103、104は、航法精度要件（RNP）値、航空機間隔制限、別の制限またはそれらの任意の組み合わせにより指定される。例えば、第1航空交通航法制限103は、RNAV/RNP計画102からRNP値1つ分だけ離れた距離を指定し、第2航空交通航法制限104は、RNAV/RNP計画102からこのRNP値の2倍の距離であってもよい。

30

40

【0017】

図1は、未来時における航空機の予測位置134～136を示している。図1の予測位置134～136の各々は、同じ未来時に対応しているが、これら予測位置は、異なる推測技法を用いて判定されている。第1予測位置134は、位置推定法を用いて推測可能である。すなわち、航空機は第1検出位置130および第2検出位置132を含む直線上を移動すると想定される。したがって、第1予測位置134は、第1検出位置130および第2検出位置132を通過して延在する線上にある。第1予測位置134を特定するために

50

用いられる位置推定法技法は、航空機の向きを考慮していないことに留意すべきである。すなわち、図 1 におけるように航空機が旋回しているとき、位置推定法は、航空機が航空交通航法制限 103、104 を違反すると予測する可能性がある。

【0018】

第 2 予測位置 135 は、状態ベクトル推定法を用いて推測可能である。すなわち判定時、航空機は、航空機により報告された航空機の状態ベクトル（すなわち、方向および速さ）に示される方向に沿って移動し続けると想定される。例えば、航空機が第 2 検出位置 132 にあるとき、航空機の状態ベクトルは、図 1 に示す旋回の曲線の概ね接線方向を含む。したがって、状態ベクトルを推定することにより、第 2 検出位置 132 の箇所において旋回の曲線と接する直線上にある第 2 予測位置 135 が求められる。

10

【0019】

第 3 予測位置 136 は、図 1 の予測推測法と呼ばれる、本明細書に開示する方法に係る特定の実施形態を用いて推測可能である。予測推測技法を用いて第 3 予測位置 136 を推測するため、航空機の位置、速度および向きを考慮する。例えば、第 2 検出位置 132 において、航空機は、旋回を開始するようバンクさせられる。したがって、第 3 予測位置 136 は、旋回の湾曲に追従し、第 1 予測位置 134 および第 2 予測位置 135 より誤差が少ない。

【0020】

特定の実施形態において、第 3 予測位置 136 は、航空機に関連付けられた空気力学的情報を用いて算定可能である。例えば、第 3 予測位置 136 は、航空機の性能（または、航空機の種類）情報ならびに航空機の速度および航空機のバンク角といった状態データを用いて算定可能である。例示すると、航空機の飛行経路を概算するため、状態データおよび性能を使用し、航空機の旋回半径を推測できる。

20

【0021】

航空機が状態データの少なくとも一部を航空交通管制システムなどの地上局に提供し、地上局が第 3 予測位置 136 を判定できるようにしてもよい。例えば、該航空機は、拡張監視（EHSS）データリンクといったデータリンクを介して定期的にまたは時折、状態データを送信可能である。航空交通管制システムは、航空機が航空交通航法制限 103、104 を違反すると予測される場合、航空交通管制官に警告を与えるよう適合されてよい。したがって、航空交通管制システムが位置推定技法または状態ベクトル推定技法を用いる場合と比較して、航空交通管制システムがここに開示する予測推測技法を用いるときは誤認警報が少ないと予想される。

30

【0022】

図 1 の第 1 予測位置 134 および第 2 予測位置 135 に示されているように、（位置推定法または状態ベクトル推定法といった）ある位置推測技法を用いると、経路の湾曲が、未来位置の不正確な予測につながりかねない。しかしながら、航空機状態データおよび予測推測技法を用いて航空機の未来位置を推測することにより、湾曲した経路における予測の正確性を向上させることができ、迷惑警告が減る可能性がある。

【0023】

図 2 は、航空機の予測経路を示す別の図である。図 2 において、第 1 の時点で航空機が位置している第 1 検出位置 230 と、第 2 の時点で航空機が位置している第 2 検出位置 232 とを含む航空機の 2 つの特定位置 230、232 を示している。第 1 予測位置 234 および第 2 予測位置 236 を含む 2 つの予測位置も示している。予測位置 234、236 は、同じ未来時に対応しており、かつ、異なる技法を用いて予測されている。図 2 に示すように、RNAV/RNP 計画 102 および航空交通航法制限 103、104 は、概ね直線である。第 1 検出位置 230 において、航空機は概ね水平に（すなわち、バンク角なしで）飛行している。第 2 検出位置 232 において、航空機はバンク角を有しているが、空気力学的理由から航空機はまだ旋回を始めていない。

40

【0024】

図 2 は、位置推定技法を用いる予測が警告の遅れを引き起こす可能性がある 1 つの状況

50

を示している。第1予測位置234は、位置推定技法を用いて推測される。すなわち、第1検出位置230と第2検出位置232との間の線を推定して、第1予測位置234を求める。位置推定技法を用いることにより、航空機は、直線上を進むと想定される。したがって、航空機が航空交通航法制限103、104を違反すると予測されることを示す警告は発せられない。

【0025】

第2予測位置236は、予測推測技法を用いて推測される。すなわち、第2検出位置232における航空機の位置および第2検出位置232における航空機の状態データを用いて、第2予測位置236を推測する。航空機が第2検出位置232においてバンクされているので、予測推測技法は、状態データに基づいて航空機の旋回半径を算定可能である。したがって、第2予測位置236は、航空機が概ねRNAV/RNP計画102上にある間でさえ、航空交通航法制限103、104を違反すると予測可能である。

10

【0026】

したがって、予測推測技法を用いることにより、航空交通管制官は、位置推定法を用いる場合より、早い時点で航空交通航法制限103、104の違反の予測に対して警告を受けることができる。なお、第2位置232において航空機はバンクされているがまだ旋回していないので、図2に示す状況では、図1を参照して説明した状態ベクトル推定技法もまた、概ね第1予測位置234を算出する。したがって、位置推定技法を用いることにより、第2検出位置232は、軌道を横切る些細な誤差に見える可能性があり、航空交通管制官に対して警告が生成されない可能性がある。しかしながら、予測推測技法を用いることにより、横揺れおよび瞬間速度状態データは、航空交通航法制限103、104からの偏位が発生することを示し、航空交通管制官は、警告を受ける。

20

【0027】

図3は、航空機の予測経路を示す追加の2つの図を含む。図3の第1図310は、第1の時点において航空機が位置している第1検出位置330と、第2の時点において航空機が位置している第2検出位置332とを含む航空機の2つの特定位置330、332を示している。第2検出位置332において、航空機の機首方向は、RNAV/RNP経路102から偏位しているが、航空機は、航空交通航法制限103、104内にある。航空機はまた、第2検出位置332において急な（操縦士から見て）左への横揺れ角度を有する。

30

【0028】

図3の第1図310はまた、未来時における航空機の第1予測未来経路334を示している。第1予測未来経路334は、第2検出位置332において航空機により報告される航空機状態データに基づいて判定できる。第1予測未来経路334は、航空機が第1航空交通航法制限103および第2航空交通航法制限104を違反すると予期されることを示す。例えば、航空機の機首方向は、第2検出位置332においてRNAV/RNP経路102から大幅に偏位してはいないが、航空機の急な左への横揺れ角度は、今後航空機がRNAV/RNP経路102から偏位することを示すことができる。また、現在の状態は、復帰操作が即座に開始されても、航空機が航空交通航法制限104内にとどまらない可能性があることを示唆している。

40

【0029】

図3の第2図320は、航空機が第2の時点において修正操作を開始したときの航空機の予測未来経路338を示している。すなわち、図3は、第1の時点において航空機が位置している第1検出位置330と、第2の時点において航空機が位置している修正中の第2検出位置336とを含む航空機の2つの特定位置330、336を示している。修正中の第2検出位置336において、航空機の機首方向は、RNAV/RNP経路102から偏位している。例えば、修正中の第2検出位置336における航空機の機首方向は、第1図310の第2検出位置332における航空機の機首方向と同じか、または、概ね同じである可能性がある。また、修正中の第2検出位置336の箇所は、第1図310の第2検出位置332の箇所と同じか、または、概ね同じである可能性がある。しかしながら、修

50

正中の第2検出位置336と第2検出位置332とは、第2検出位置332において航空機が急な左への横揺れ角度を有する一方で、修正中の第2検出位置336において航空機は修正中の横揺れ角度を有するという点で異なる。この場合、修正中の横揺れ角度は、RNAV/RNP経路102からの偏位に対処する横揺れ角度を指す。例えば、修正中の横揺れ角度は、右への横揺れ角度または中正の横揺れ角度である可能性がある。

【0030】

第2図320における航空機の予測未来経路338は、第2航空交通航法制限104を違反しない。むしろ、航空機がすでに修正操作を始めているので、航空機の位置（例えば、RNAV/RNP経路102を基準とした）および航空機状態データ（例えば、速度、機首方向および横揺れ角度）に基づいて、航空機は第2航空交通航法制限104内にとどまると予測される。

10

【0031】

特定の実施形態において、予測未来経路334、338は、航空機により提供される航空機状態データに基づいて航空交通管制システムにより判定できる。航空交通管制システムは、航空交通管制官用の表示を生成できる。該表示は、第1検出位置330、第2検出位置332またはその両方を含んでよい。該表示はまた、航空機の1つ以上の予測位置または予測経路を識別できる。例えば、該表示は、航空機が修正操作を開始していないことを航空機状態データが示すとき、第1予測未来経路334に沿った航空機の予測位置を含み、かつ、航空機が修正操作を開始したことを航空機状態データが示すとき、第2予測未来経路338に沿った航空機の予測位置を含むようにすることができる。

20

【0032】

さらに、または、代わりに、航空交通管制システムは、航空機が航空交通航法制限103、104の一方または両方を違反する確率に基づいて航空交通管制官に警告を生成することができる。例えば、航空機が航空交通航法制限103、104を違反する確率は、航空機状態データと、推測操縦士復帰時間、横揺れ角速度限界、横揺れ角度限界などといった航空機に関連付けられたパラメータとに基づいて推測可能である。航空機が航空交通航法制限103、104を違反する高い確率（例えば、確率の閾値を越える）を有するとき、警告を生成することができる。つまり、航空交通管制システムは、航空交通航法制限103、104の潜在的違反に関する予測的な警告の生成を可能にする。例えば、航空機が第1航空交通航法制限103を違反すると予測されることを示す第1警告を生成し、航空機が第2航空交通航法制限104を違反すると予測されることを示す第2警告を生成してよい。本実施例において、第2警告は、航空交通管制官にとってより気づきやすいものを選択可能である。例えば、第1警告は視覚的警告とし、第2警告は視覚的警告および可聴式警告を含むようにできる。例示すると、航空機が第1航空交通航法制限103を違反すると予測されるとき、航空交通管制官に提示される表示は違反を示すよう変更される。例えば、航空機が第1航空交通航法制限103を違反すると予測されるとき、表示内に航空機に関連付けられたアイコンまたはその他のインジケータが強調表示される。航空機が第2航空交通航法制限104を違反すると予測されるとき、可聴式警告および変更されたアイコンまたは別のインジケータが航空交通管制官に提示される。

30

【0033】

このように、航空機の状態データは、航空機の未来経路を予測するために用いることができる。航空機の未来経路を予測することにより、航空交通航法制限違反が発生する前に航空交通管制官に正確かつ自動化された警告を発することができる。また、修正措置がまだ開始されていないとき、（横揺れ角速度特性などの）航空機の性能特性を用いて、航空機が第2航空交通航法制限104違反を回避するための操作を首尾よく行うことができるか否かを判定可能である。

40

【0034】

予測位置の算定には、いくらかの不確実性が伴うことがある。したがって、統計的な技法を用いて、算定における不確実性を推測してもよい。例えば、統計的な技法を用いて、航空機が第1航空交通航法制限103、第2航空交通航法制限104またはその両方を違

50

反する確率を求めてもよい。警告を生成すべきか否かの判定は、航空交通航法制限 1 0 3、1 0 4 のうちの一方を違反する確率に基づいて行われてよい。例えば、航空機が第 2 航空交通航法制限 1 0 4 を違反する確率が所定の閾値を満たすと、警告を生成するようにしてもよい。

【 0 0 3 5 】

図 4 は、航空機経路適合性を監視するためのシステムの特定の実施形態のブロック図である。該システムは、データリンクインタフェース 4 2 0 を経由してデータリンク 4 2 4 等 1 つ以上のデータリンクを介して航空機 4 3 0 等の 1 つ以上の航空機と通信するよう適合されている航空交通管制システム 4 0 2 を含む。例えば、航空交通管制システム 4 0 2 は、データリンク 4 2 4 を介して航空機 4 3 0 から航空機状態データ 4 3 2 を受信できる。航空機状態データ 4 3 2 は、航空機 4 3 0 を識別する情報、航空機 4 3 0 の測位システム（例えば、慣性航法システムまたは全地球測位衛星（GPS）システム）に基づいて航空機 4 3 0 の位置を識別する情報、航空機 4 3 0 の速さまたは速度を示す情報、航空機 4 3 0 の航路または機首方向を示す情報、航空機 4 3 0 の向きを示す情報、航空機 4 3 0 の種類を示す情報、その他の情報、または、それらのあらゆる組み合わせを含んでいてよい。例示の実施形態において、データリンク 4 2 4 は、拡張監視（EHS）リンクである。

【 0 0 3 6 】

航空交通管制システム 4 0 2 はまた、他のコンピューティング装置またはシステムにアクセスしたり、それらから情報を受信したりするよう適合されていてもよい。例示すると、航空交通管制システム 4 0 2 は、メモリ装置から情報を読み取ることにより、1 つ以上のセンサから情報を受信することにより、コンピューティング装置から情報を受信することにより、または、それらを組み合わせて情報にアクセス可能である。例えば、航空交通管制システム 4 0 2 は、レーダーシステム 4 2 2 から追加データを受信できる。航空交通管制システム 4 0 2 は、航空交通管制システム 4 0 2 のメモリ 4 0 6 内に、レーダーシステム 4 2 2 からのデータ、航空機状態データ 4 3 2、航空機 4 3 0 の状態を示すその他の情報またはそれらのあらゆる組み合わせを航空機状態データ 4 1 6 として保存できる。

【 0 0 3 7 】

航空交通管制システム 4 0 2 は、プロセッサ 4 0 4 およびメモリ 4 0 6 を含んでいてよい。メモリ 4 0 6 は、プロセッサ 4 0 4 にアクセス可能であり、かつ、プロセッサ 4 0 4 に航空交通管制システム 4 0 2 のさまざまな機能を実行させるようプロセッサ 4 0 4 により実行可能な命令 4 0 8 を保存することができる。例えば、航空交通管制システム 4 0 2 の特定の機能が図 4 に示されており、かつ、予測モジュール 4 0 9 および警告モジュール 4 1 0 により実行される特定の機能が以下に記載されている。説明を容易にするため、予測モジュール 4 0 9 および警告モジュール 4 1 0 は機能的ブロックとして記述されている。しかしながら、別のソフトウェアアーキテクチャ（例えば、固定のコンピュータで読み取り可能な媒体上に保存されたコンピュータで実行可能な命令）または以下に説明するように、予測モジュール 4 0 9 もしくは警告モジュール 4 1 0 の機能を実行するハードウェアアーキテクチャを用いてもよい。例示すると、予測モジュール 4 0 9 および / または警告モジュール 4 1 0 の 1 つ以上の機能を実行するよう構成された特定用途向け集積回路を用いてもよい。

【 0 0 3 8 】

特定の実施形態において、予測モジュール 4 0 9 は、航空機状態データ 4 1 6 に基づいて少なくとも 1 つの航空機 4 3 0 の未来位置を予測するためにプロセッサ 4 0 4 により実行可能である。警告モジュール 4 1 0 は、未来位置が航空機 4 3 0 に関連付けられている航空交通航法制限 4 1 2 を違反するか、または、違反しそうなときに警告を生成するようプロセッサ 4 0 4 により実行可能である。

【 0 0 3 9 】

航空交通管制システム 4 0 2 はまた、航空機情報データベース 4 5 0 を含むか、または、これと通信できる。航空機情報データベース 4 5 0 は、航空機 4 3 0 等、特定の航空機に関連した情報または航空機の種類もしくは分類に関連した情報を含む可能性がある。例

例えば、航空機情報データベース 450 は、性能データ 452 を含む可能性がある。性能データ 452 は、航空機の特定の種類 454 に関連付けることができる。例えば、ある性能データ 452 は、重飛行機（例えば、大型貨客航空機）に関連付けられ、その他の性能データ 452 は、軽飛行機（例えば、ジェネラルアビエーション機）に関連付けられたりする。性能データ 452 は、航空機の種類 454 に関連付けられた性能または特性を示す情報を含んでいてもよい。例えば、性能としては速度限界（すなわち、どれほど迅速にパラメータを変化させることができるか）、範囲限界（例えば、ある特定のパラメータの最大値または最小値）またはそれらのあらゆる組み合わせを挙げることができる。例示すると、性能データ 452 は、横揺れパラメータの最大変化速度を示す横揺れ角速度限界を含んでいてもよい。別の例では、性能データ 452 は、縦揺れパラメータの最大変化速度を示す縦揺れ角速度限界を含んでいてもよい。別の例では、性能データ 452 は、航空機 430 の最大または最小横揺れ角度を示す横揺れ範囲限界を含んでいてもよい。別の例では、性能データ 452 は、航空機 430 の最大または最小縦揺れ角度を示す縦揺れ範囲限界を含んでいてもよい。

10

【0040】

運航中、航空交通管制システム 402 は、入力インタフェース 436 において入力装置 434 から入力を受信してもよい。該入力は、航空機に適用すべき航空交通航法制限 412 を指定できる。例えば、航空交通航法制限 412 は、航法精度要件（RNP）制限 413、航空機間隔制限 414、別の航法制限またはそれらのあらゆる組み合わせを含んでいてもよい。航空交通管制システム 402 は、データリンク 424、レーダーシステム 422、またはそれらの組み合わせを介して航空機状態データ 416 を受信するためのデータリンクインタフェース 420 を含んでいてもよい。

20

【0041】

航空交通管制システム 402 のプロセッサ 404 は、航空機 430 の少なくとも 1 つの未来位置を予測するための予測モジュール 409 を実行できる。航空機 430 の未来位置は、航空機状態データ 416 に基づいて予測可能である。予測モジュール 409 はまた、航空機 430 に関連付けられた性能データ 452 にアクセスして（例えば、航空機の種類 454 に基づき）、航空機 430 の未来位置を予測できる。例えば、予測モジュール 409 は、航空機 430 の速度および航空機 430 の向き（例えば、縦揺れ角度、横揺れ角度またはそれら両方）に基づいて検出された位置から航空機の予測未来経路を算定可能である。予測モジュール 409 はまた、推測遅延時間を用いて、予測未来経路を算定してもよい。推測遅延時間は、航空機 430 の向きを航空機 430 の航路偏位を修正する向きに変えるために使用される時間に一致させてよい。例示すると、航空機 430 がまっすぐかつ水平に（すなわち、縦揺れ角度も横揺れ角度も有さず）飛行しているが、航空交通航法制限 412 を満たすために旋回すべきとき、予測モジュール 409 は、操縦士が旋回を行う（例えば、航空機 430 の横揺れ角度を、旋回を達成する横揺れ角度へと変化させる）のにどれほどの時間がかかるかを航空機 430 に関連付けられた性能データ 452 に基づいて推測可能である。別の説明例として、航空機 430 がバンクされている（すなわち、ある特定の横揺れ角度を有している）が、航空機 430 が航空交通航法制限 412 を満たすためにまっすぐ飛行すべきとき、予測モジュール 409 は、操縦士が航空機 430 を水平に飛行させる（すなわち、航空機 430 の横揺れ角度を変化させる）のにどれほどの時間がかかるかを航空機 430 に関連付けられた性能データ 452 に基づいて推測可能である。

30

40

【0042】

予測モジュール 409 はまた、予測未来経路に基づいて航空機 430 が航空交通航法制限 412 を違反する確率を推測してもよい。航空機 430 が航空交通航法制限 412 を違反する確率が閾値を満たすと、プロセッサ 404 は、警告モジュール 410 を呼び出して、警告を生成させることができる。該警告は、表示インタフェース 440 を介して表示装置 438 へ送信できる。表示装置 438 は、航空交通管制官に関連付けることができる。航空機 430 が航空交通航法制限 412 を違反する確率が閾値を満たさないとき、警告は

50

、表示装置 4 3 8 へ送信されないようにできる。命令 4 0 8 を含む警告モジュール 4 1 0 または別のモジュールはまた、航空機 4 3 0 の予測未来位置を特定する表示を表示装置 4 3 8 へ送信するためプロセッサ 4 0 4 により実行可能であるようにできる。

【 0 0 4 3 】

図 5 は、航空機経路適合性を監視する方法の第 1 の特定の実施形態のフローチャートである。該方法は、図 4 の航空交通管制システム 4 0 2 などの航空交通管制システムにより実行できる。該方法は、5 0 2 において、航空機に関連付けられた航空機状態データを受信することを含む。航空機状態データは、航空機の検出された位置、航空機の速度、航空機の向き、航空機の状態に関するその他の情報またはそれらのあらゆる組み合わせが含まれ得る。該方法はまた、5 0 4 において、航空機状態データに基づいて航空機の少なくとも 1 つの未来位置を予測することを含む。例えば、予測推測技法を用いて、航空機の未来位置を予測してよい。該方法は、5 0 6 において、少なくとも 1 つの予測された未来位置と航空機に割り当てられた航空交通航法制限との比較にตอบสนองして警告を生成することをさらに含む。例えば、警告は、航空機の未来位置が図 1 ~ 図 3 の航空交通航法制限 1 0 3、1 0 4 の一方を違反すると生成されてよい。

10

【 0 0 4 4 】

図 6 は、航空機経路適合性を監視する方法の第 2 の特定の実施形態のフローチャートである。該方法は、図 4 の航空交通管制システム 4 0 2 などの航空交通管制システムにより実行できる。該方法は、6 0 2 において、航空機に関連付けられた航空交通航法制限を示す入力を受信する。例えば、航空交通管制官は、航空機が特定の飛行経路にまたは特定の航法精度要件 (RNP) 経路に割り当てられていることを示す情報を入力してもよい。別の例では、入力は、航空交通管制システムにより自動的に取得されてよい。例示すると、航空交通管制システムは、1 つ以上の航空機の位置、天候、空港または航空機内における緊急事態の検出、航空機の特長またはそれらのあらゆる組み合わせといった特定の条件に基づいて、データベースの当該航空機の特定の航空交通航法制限に自動的にアクセスするようにできる。航空交通航法制限は、航空機間隔制限、飛行経路、RNP 経路、その他の航法制限またはそれらのあらゆる組み合わせであってよい。

20

【 0 0 4 5 】

該方法は、6 0 4 において、航空機に関連付けられた航空機状態データを受信する。例えば、航空機状態データの少なくとも一部が、図 4 のデータリンク 4 2 4 などのデータリンクを介して受信可能である。別の例では、航空機状態データは、図 4 のレーダーシステム 4 2 2 などのレーダーシステムのレーダー反射波データに基づいて受信可能である。さらに、または、代わりに、航空機状態データは、航空機への無線リンク、航空交通管制官による手動入力またはそれらのあらゆる組み合わせを介して受信可能である。航空機状態データは、航空機の検出された位置 (例えば、レーダー反射波データまたは航空機に搭載されている測位システムに基づいた)、航空機の速さまたは速度、航空機の向き (例えば、横揺れ角度、縦揺れ角度または偏揺れ角度)、航空機の種類を識別する情報 (例えば、型式およびモデルなどの厳密な種類、もしくは、航空機の一般的な分類)、航空機に関連するその他の状態データ、または、それらのあらゆる組み合わせを含むことができる。

30

【 0 0 4 6 】

該方法は、6 0 6 において、航空機に関連付けられた航空機性能データを判定する。例えば、航空機性能データは、向き変化速度情報を含んでいてもよい。向き変化速度情報は、横揺れ角速度限界、縦揺れ角速度限界、偏揺れ角速度限界または別の速度限界を含んでいてよい。別の例では、航空機性能データは、向き範囲情報を含んでいてもよい。向き範囲情報は、横揺れ範囲限界、縦揺れ範囲限界、偏揺れ範囲限界または別の範囲限界を含んでいてよい。航空機性能データはさらに、または、代わりに、航空機に関連付けられた別の性能限界を含んでいてもよい。特定の実施形態において、航空機性能データは、航空機の種類に基づいて求めることができる。例えば、データベースまたは航空交通管制システムに関連付けられたその他のメモリは、航空機の特定の型式およびモデルに関連付けられた航空機性能データ、または、特定の航空機運航業者により運航される航空機に関連付け

40

50

られた航空機性能データを保存したりする。別の例では、データベースまたは航空交通管制システムに関連付けられたメモリは、航空機の特定の分類に関連付けられた航空機性能データを保存してもよい。例示すると、重飛行機（例えば、旅客路線航空機および貨物航空機といった大型民間航空機）は、航空機性能データの第1の組に関連付けられ、小型航空機（例えば、自家用機またはより小型の地域航空会社の航空機）は、航空機性能データの第2の組に関連付けられるようにしてもよい。航空機の各々に関連付けられた特定の分類および種類の指定は、実施構成によって異なってよい。例えば、ある実施形態では、わずか2つの航空機の種類（例えば、大型および小型）を用いて、航空機性能データを区別してもよい。しかしながら、その他の実施形態では、各特定の航空機は、航空機性能データのある組に関連付けられてもよい。

10

【0047】

該方法は、608において、航空機状態データに基づいて航空機の少なくとも1つの未来位置を予測する。例えば、予測推測技法を用いて、航空機の少なくとも1つの未来位置を予測してもよい。航空機性能データはまた、少なくとも1つの未来位置を予測するために用いられてもよい。例えば、未来位置を予測することは、610において、航空機の数値および向きに基づいて、かつ、航空機の向きを変化させるための推測遅延時間に基づいて検出された位置から航空機の予測未来経路を算定することを含んでいてもよい。推測遅延時間は、航空機性能データに少なくとも部分的に基づいて判定されてよい。例えば、航空機が旋回後どれほど迅速にまっすぐな飛行を再開できるかは、航空機の数値および航空機の最大横揺れ角速度により決まる可能性がある。

20

【0048】

該方法はまた、612において、航空交通管制システムの表示装置において表示を生成する。表示は、予測未来位置の指標を含むことができる。例えば、表示は、航空機の検出された位置（例えば、航空機からのデータに基づく、もしくは、レーダー反射波に基づく）、航空機の以前の位置、航空機の予測未来位置またはそれらのあらゆる組み合わせを示してもよい。航空機の2つ以上の位置が示される場合、表示は、ユーザーがそれらの位置のうちのいずれが推測場所であるかを識別しやすくする表示としてよい。

【0049】

該方法は、614において、航空機状態データおよび航空機性能データに基づいて航空機が航空交通航法制限を違反する確率を推測する。例えば、航空機の未来経路は、上で説明したように算定可能である。また、予測未来経路に関連付けられた統計的信頼情報を判定してもよい。未来経路および統計的信頼情報を用いて、航空機が航空交通航法制限を違反する可能性を判定してよい。この算定においては、特定値に対して推測値を用いてもよい。航空機が航空交通航法制限を違反するという推測確率は、閾値と比較されてもよい。閾値が満たされると、618において警告が生成される。閾値が満たされないとき、620において警告は生成されない。閾値は、誤認警報の発生（すなわち、警告は生成されるが、航空機が結局航空交通航法制限を違反しない）を低減するよう設定できる設定可能な値であってよい。閾値はまた、航空機が航空交通航法制限を違反する可能性がある場合、できる限り迅速に航空交通管制官に警告を発することを確保するよう選択されてよい。

30

【0050】

本明細書に開示される実施形態では、航空機の未来位置を算定するために（例えば、データリンクを介して）航空機からの「ナウキャスト」自己報告データを用いてもよい。例えば、特定の実施形態では、航空機の未来位置を予測するために、機首方向および横揺れ角度状態データに加え検出された位置を用いることができる。警告は、航空機が割り当てられた航空交通航法制限を違反する確率に基づいて生成されてよい。そのような経路抑制に基づく警告は、直線経路と曲線経路との両方に対して有用であり得る。

40

【0051】

本明細書に開示された航空機位置の予測監視は、航空交通管制官に対する警告の向上を可能にする。また、予測監視は、より大胆な経路を航空機に割り当てることを可能にし、これにより、航空交通渋滞の低減、進入動作の効率向上、燃料節約および軌道予測可能性

50

の向上がもたらされる。

【0052】

図7は、特定の実施形態に係る航空機経路適合性を監視する方法を実行するよう適合されたコンピュータシステムのブロック図である。コンピュータシステム700は、航空交通管制システムなどの地上ベースの航空機監視システムの一部であってよい。例示の実施形態において、コンピューティング装置710は、少なくとも1つのプロセッサ720を含む。プロセッサ720は、航空機経路適合性監視の方法を実施するための命令を実行するよう構成できる。プロセッサ720は、システムメモリ730、1つ以上の記憶装置740、および、図4の入力装置434などの1つ以上の入力装置770と通信できる。プロセッサ720はまた、1つ以上の受信機またはその他の通信インタフェース760を介して、航空機状態データ（図4の航空機状態データ432等）を受信することができるか、または1つ以上のその他のコンピュータシステムもしくはその他の装置と通信できる。

10

【0053】

システムメモリ730は、ランダムアクセスメモリ（RAM）デバイスなどの揮発性メモリデバイス、ならびに読み取り専用メモリ（ROM）、プログラム可能な読み取り専用メモリおよびフラッシュメモリなどの不揮発性メモリデバイスであってよい。システムメモリ730は、コンピューティング装置710を起動するための基本的な入出力システムを含むオペレーティングシステム732、ならびにコンピューティング装置710がユーザー、他のプログラムおよび他の装置と相互作用できる完全なオペレーティングシステムを含んでよい。システムメモリ730はまた、本明細書に記載の航空機経路適合性監視の方法を実施する命令等、1つ以上のアプリケーションプログラム734を含んでいてもよい。

20

【0054】

プロセッサ720はまた、1つ以上の記憶装置740と通信可能である。記憶装置740は、磁気ディスク、光ディスクまたはフラッシュメモリデバイスといった不揮発性記憶装置であってよい。代替の実施形態において、記憶装置740は、オペレーティングシステム732、アプリケーション734、プログラムデータ736またはそれらのあらゆる組み合わせを格納するよう構成できる。プロセッサ720は、コンピューティング装置710がその他のコンピューティングシステム780と通信可能にするため、1つ以上の通信インタフェース760と通信可能である。

30

【0055】

本明細書に記載した実施形態の説明は、各種実施形態の構造に関する一般的な理解をもたらすよう意図されている。該説明は、本明細書に記載された構造または方法を利用する装置およびシステムの全構成要素および全特徴を完全に記述する役割を果たすことは意図されていない。当業者が本開示を検討する際、他の多くの実施形態を想到できる。その他の実施形態を採用したり、その他の実施形態を本開示から導き出したりすることができ、本開示の範囲から逸脱することなく構造的な代用および変更、論理的な代用および変更を加えることができる。例えば、図示されているものとは異なる順序で方法のステップを実施してもよく、1つ以上の方法のステップを省いてもよい。したがって、本開示および図面は制限的というよりむしろ例示的なものとして考えられるべきである。

40

本発明は以下に記載する態様を含む。

（態様1）

プロセッサと、

プロセッサにアクセス可能なメモリであって、プロセッサに、

航空機に割り当てられた航空交通航法制限にアクセスさせ、

航空機の検出された位置、航空機の数および航空機の向きを含む、航空機に関連付けられた航空機状態データにアクセスさせ、

航空機状態データに基づいて航空機の少なくとも1つの未来位置を予測させ、かつ、

少なくとも1つの未来位置が割り当てられた航空交通航法制限を違反すると、警告を生成させる

50

ようプロセッサにより実行可能な命令を保存しているメモリと、
を含む、航空交通管制システム。

(態様 2)

航空機から情報を受信するためのデータリンクインタフェースをさらに含み、データリンクインタフェースを介して航空機状態データの少なくとも一部がアクセスされる、態様 1 に記載のシステム。

(態様 3)

命令が、プロセッサに、航空機に関連付けられた航空機性能データにアクセスさせるようさらに実行可能であり、航空機性能データが、航空機に関連付けられた向き変化速度情報を含み、かつ、少なくとも 1 つの未来位置が、航空機性能データに少なくとも部分的に基
づいて予測される、態様 1 に記載のシステム。

10

(態様 4)

航空機性能データが、航空機の横揺れ角速度特性を含む、態様 3 に記載のシステム。

(態様 5)

横揺れ角速度特定が、航空機の種類に基づいて判定される、態様 4 に記載のシステム。

(態様 6)

航空機の向きが、横揺れ角度を含む、態様 1 に記載のシステム。

(態様 7)

航空機の向きが、縦揺れ角度を含む、態様 1 に記載のシステム。

(態様 8)

航空交通航法制限が、航法精度要件経路を含む、態様 1 に記載のシステム。

20

(態様 9)

検出された位置が、レーダー反射波データに基づいて判定される、態様 1 に記載のシステム。

(態様 10)

表示インタフェースをさらに含み、表示インタフェースを介して警告が表示装置へ送信される、態様 1 に記載のシステム。

(態様 11)

命令が、プロセッサに、

航空機状態データに少なくとも部分的に基づいて、航空機が航空交通航法制限を違反する確率を推測させ、かつ、

30

航空機が航空交通航法制限を違反する確率が閾値を満たすという判定に応答して警告を生成させる

ようさらに実行可能である、態様 1 に記載のシステム。

(態様 12)

航空交通管制システムにおいて、航空機の検出された位置、航空機の種類および航空機の向きを含む、航空機に関連付けられた航空機状態データを受信すること、

航空機状態データに基づいて航空機の予測未来位置を判定すること、および、

予測未来位置と航空機に割り当てられた航空交通航法制限との比較に応答して警告を生成すること、

40

を含む方法。

(態様 13)

航空交通航法制限を指定する入力を受信することをさらに含む、態様 12 に記載の方法。

(態様 14)

航空交通管制システムの表示装置において表示を生成することをさらに含み、表示が、予測未来位置の指標を含む、態様 12 に記載の方法。

(態様 15)

航空機の種類に基づいて航空機性能データを判定すること、および、

航空機状態データおよび航空機性能データに基づいて、航空機が航空交通航法制限を違

50

【図 3】

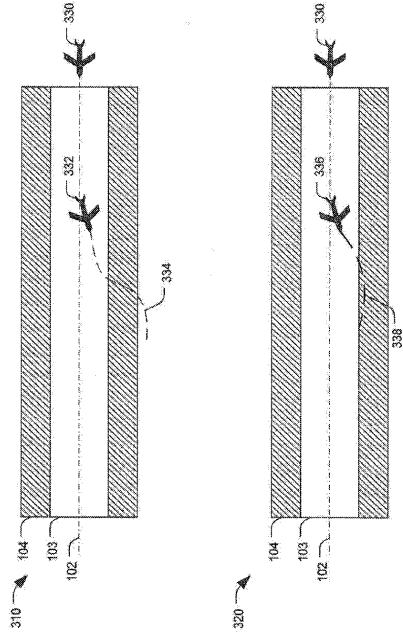
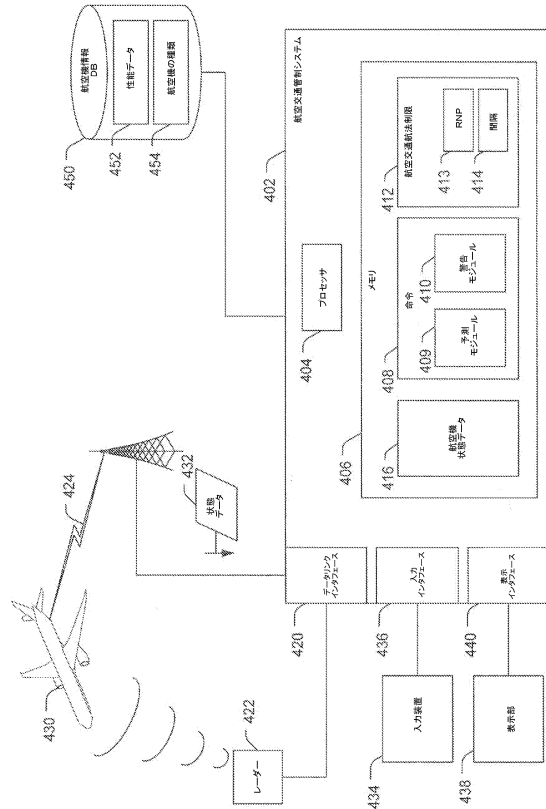
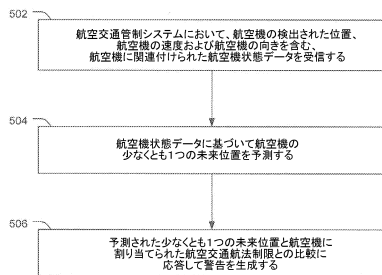


FIG. 3

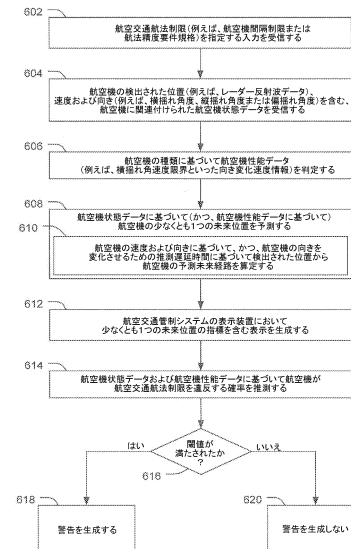
【図 4】



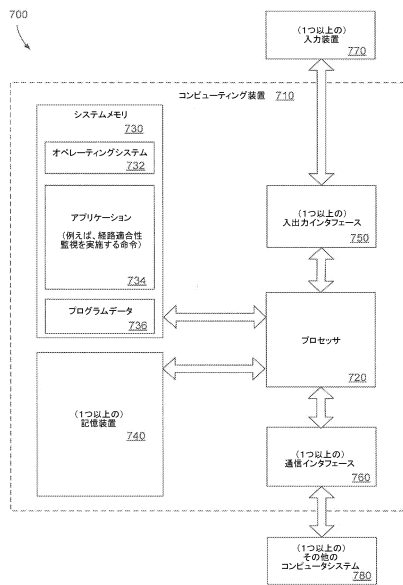
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

審査官 柳幸 恵子

(56)参考文献 特表昭61-501283(JP,A)
特開平11-120500(JP,A)
特開2000-155900(JP,A)
特開2007-004252(JP,A)
特開2006-139460(JP,A)
特表2008-528365(JP,A)
特開2003-132499(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G08G 5/00
B64F 1/36