

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5947525号
(P5947525)

(45) 発行日 平成28年7月6日 (2016.7.6)

(24) 登録日 平成28年6月10日 (2016.6.10)

(51) Int.Cl.

F I

B 6 4 D 45/00 (2006.01)

G O 8 G 5/04 (2006.01)

G O 8 G 5/06 (2006.01)

B 6 4 D 45/00 A

G O 8 G 5/04 A

G O 8 G 5/06 A

請求項の数 9 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2011-249295 (P2011-249295)	(73) 特許権者	506388923
(22) 出願日	平成23年11月15日 (2011.11.15)		ジーイー・アビエーション・システムズ・
(65) 公開番号	特開2012-111482 (P2012-111482A)		エルエルシー
(43) 公開日	平成24年6月14日 (2012.6.14)		アメリカ合衆国 ミシガン州 49512
審査請求日	平成26年11月10日 (2014.11.10)		, グランド ラピッズ, エス. イー., パ
(31) 優先権主張番号	12/951, 303		ターソン アベニュー, 3290
(32) 優先日	平成22年11月22日 (2010.11.22)	(74) 代理人	100137545
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 荒川 聡志
		(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100129779
			弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 必要な待機離脱時刻に間に合うように待機経路を計算する方法およびシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

選択可能な待機領域内の1つまたは複数の軌道により規定され、複数の直線レグ（108、112、128、130）および複数の旋回レグ（110、124、126）を含む実質的に楕円形のトラックを含むホールディングパターン（102）中で飛行する航空機（106）に対する待機経路を自動的に生成するための待機経路計算システムであって、
前記航空機が、前記待機経路を離れるべき時間を指示する待機離脱時刻を受信し、
前記ホールディングパターン内の前記航空機の現在位置を決定し、
現在の待機軌道を完了するための時間量を決定し、
現在の待機軌道を完了するための前記決定された時間量が、前記待機離脱時刻までに残された時間に満たない場合、前記航空機は前記ホールディングパターン中での飛行を維持し、
前記待機離脱時刻に前記ホールディングパターンを出るように次の軌道を短縮するための時間量を決定し、
新しいホールディングパターン直線レグ時間に前記航空機（106）の速度を積算して、新しいホールディングパターン直線レグ距離を決定する、
ように構成されたプロセッサ（304）を備え、
前記プロセッサ（304）が、現在のホールディングパターン直線レグ時間を用いて、いくつかの複数の直線レグにより分割された次の軌道を短縮するための時間量未満の新しいホールディングパターン直線レグ時間を決定するようにさらに構成される、

10

20

システム。

【請求項 2】

前記待機離脱時刻が、選択可能なウェイポイントにおける必要な到着時刻 (RTA) に間に合うように計算される、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記プロセッサ (304) が、前記現在の待機軌道を完了するための前記時間と、前記待機離脱時刻との間の差を決定するようにさらに構成される、請求項 1 または 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

第 1 の新しいホールディングパターン直線レグ距離が、最小の許容可能な直線レグ距離 (134) 未満である場合、前記プロセッサ (304) は、複数の軌道に対する複数のホールディングパターン直線レグ距離に対して調整を行う決定をするようにさらに構成される、請求項 1 から 3 のいずれかに記載のシステム。

【請求項 5】

前記プロセッサ (304) が、

前記複数の軌道の第 1 のものに対するホールディングパターン (102) 直線レグ距離を、最小の許容可能な直線レグ距離 (134) に設定し、かつ

前記航空機 (106) の速度が乗算された新しいホールディングパターン直線レグ時間を用いて、前記複数の軌道の第 2 のものに対するホールディングパターン直線レグ距離を決定する、

ようにさらに構成される、請求項 4 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記プロセッサ (304) が、複数の軌道に対する前記ホールディングパターン (102) 直線レグ距離を、最小の許容可能な直線レグ距離 (134) と、前記航空機 (106) の速度が乗算された新しいホールディングパターン直線レグ時間を用いて決定されたホールディングパターン直線レグ距離との平均に設定するようにさらに構成される、請求項 4 または 5 に記載のシステム。

【請求項 7】

第 1 の新しいホールディングパターン (102) の直線レグ距離が、最小の許容可能な直線レグ距離 (134) に等しい場合、前記プロセッサ (304) は、前記第 1 の新しいホールディングパターン (102) の直線レグ距離を、前記最小の許容可能な直線レグ距離と等しくすべく調整するようにさらに構成される、請求項 4 から 6 のいずれかに記載のシステム。

【請求項 8】

a) 選択可能な待機領域内で 1 つまたは複数の軌道により規定され、複数の直線レグ (108、112、128、130) および複数の旋回レグ (110、124、126) を含む実質的に楕円形のトラックを含むホールディングパターン (102) 中で飛行する航空機 (106) により、待機離脱時刻を受信するステップと、

b) 前記ホールディングパターン内の前記航空機の現在位置を決定すること、

c) 現在の待機軌道を完了するための時間量を決定するステップと、

d) 現在の待機軌道を完了するための前記決定された時間量が、前記待機離脱時刻までに残された時間に満たない場合、前記ホールディングパターン中の飛行を維持してステップ b) に戻るステップと、

e) 前記待機離脱時刻に前記ホールディングパターンを出るように次の軌道を短縮するための時間量を決定するステップと、

f) 新しいホールディングパターン直線レグ時間に前記航空機 (106) の速度を積算して、新しいホールディングパターン直線レグ距離を決定するステップと、

をプロセッサ (304) に実行させるコンピュータプログラムを含む非一時的なコンピュータ可読媒体であって、

前記非一時的なコンピュータ可読媒体がさらに、現在のホールディングパターン直線レ

10

20

30

40

50

グ時間を用いて、いくつかの複数の直線レグにより分割された次の軌道を短縮するための時間量未満の新しいホールディングパターン直線レグ時間を決定するステップを前記プロセッサ(304)に実行させるコンピュータプログラムを含む、非一時的なコンピュータ可読媒体。

【請求項9】

前記現在の待機軌道を完了するための前記時間と、前記待機離脱時刻との間の差を決定することを前記プロセッサ(304)に実行させるコンピュータプログラムを含む、請求項8に記載の非一時的なコンピュータ可読媒体。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明の分野は、一般に、飛行中の航空機を制御することに関し、より具体的には、必要なホールディングパターン離脱時刻に間に合うようにホールディングパターン飛行経路を計算するための方法およびシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

今日の空域においては、渋滞による遅延は一般的なものとなっている。ある空域に進入する航空機の数、(管制官の数および自動制御方式のタイプにより制限される)利用可能な航空交通資源により安全に扱うことのできる航空機の数を超えた場合、航空機に遅延が生ずる。これらの遅延は、通常、レーダ誘導を用いて、または軌道待機により、航空機に減速を指示することによって行われる。軌道待機の場合、飛行管理システム(FMS)は、地上の走路を、「競技用トラック」の形で一連の直線セグメントおよび曲線として計算する。直線セグメントは、通常、固定された時間、あるいは多くの場合、固定距離であるが、湾曲したセグメントは、一定のバンク角で、または一定の半径で飛行され、1つの直線セグメントから次のセグメントへ移ることになる。

20

【0003】

現在の待機オペレーションに伴う問題は、航空管制官が、到着手続きに含まれるものなど、待機を離れた後のある点の時刻に間に合わせるために(規定された到着順になるように他の航空機と調整または合流するために)、いつ、どこで航空機にホールディングパターンを離れるように指令すべきかを推定する必要があることである。ホールディングパターンの幾何形状に起因して航空機がいつホールディングパターンを離れるか、または待機を離れた後、航空機が望ましい到着点に達するのに要する時間がどのくらいかを、管制官が推定することは困難であり、この不正確さのために、管制官が希望する航空機が待機を離れた後に所望の点に達する時間と、航空機が実際にそこに到着する時間との間に、しばしば大きな誤差が生ずる。現在、航空管制官は、平均飛行時間を使用し、経験に基づいて推定して、いつ航空機がその現在のホールディングパターンを離れるように求めるかを決定する。しかし、飛行時間は、どこで航空機が待機から離れるかに基づいて大幅に変化することになり、さらなる管制間隔(separation)バッファを必要とする不正確さを生ずる。この不正確さによりホールディングパターン中で費やされる時間が増加したことに起因して、後続する航空機では能力が低下し、かつ燃料消費量が増加する結果となる。

30

40

【0004】

この問題に対処する少なくともいくつかの知られた方法は、待機を出るための最短経路を決定する方法を含む。しかし、この方法は、必要な待機経路を計算するために必要となる通過時刻(crossing time)、すなわち必要となる出口時刻を使用しない。その目的は、単に、待機を出るために必要な距離を最小にするだけである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

50

【特許文献1】米国特許出願公開第2010/0131124号公報

【発明の概要】

【0006】

一実施形態では、選択可能な待機領域内の1つまたは複数の軌道により規定されるホールディングパターン中で飛行する航空機に対する待機経路を自動的に生成するための待機経路計算システムは、航空機が、ウェイポイントに必要な到着時刻(RTA)に間に合うように待機経路を離れるべき時間を指示する待機離脱時刻を受信し、ホールディングパターン内の航空機の現在位置を決定し、かつ現在の待機軌道を完了するための時間量を決定するように構成されたプロセッサを含む。プロセッサはまた、現在の待機軌道を完了するための決定された時間量が、必要な待機離脱時刻に対して残された時間に満たない場合、航空機は少なくとももう1回の軌道に対するホールディングパターンで飛行することを維持し、かつ待機離脱時刻にホールディングパターンを出るように次の軌道を短縮するための時間量を決定するように構成される。

10

【0007】

他の実施形態では、必要なホールディングパターン離脱時刻に間に合うためのホールディングパターン飛行経路を計算する方法は、a)選択可能な待機領域内で1つまたは複数の軌道により規定されるホールディングパターン中で飛行する航空機に対して待機離脱時刻を受信するステップと、b)ホールディングパターン内の航空機の現在位置を決定するステップと、c)現在の待機軌道を完了するための時間量を決定するステップとを含む。方法はまた、d)現在の待機軌道を完了するための決定された時間量が、必要な待機離脱時刻までに残された時間に満たない場合、ホールディングパターン中の飛行を維持してステップb)に戻るステップと、e)待機離脱時刻にホールディングパターンを出るように次の軌道を短くするための時間量を決定するステップとを含む。

20

【0008】

さらに他の実施形態では、非一時的なコンピュータ可読媒体は、a)選択可能な待機領域内で1つまたは複数の軌道により規定されるホールディングパターン中で飛行する航空機により待機離脱時刻を受信すること、およびb)ホールディングパターン内の航空機の現在位置を決定することをプロセッサに実行させるコンピュータプログラムを含む。コンピュータプログラムはまた、c)現在の待機軌道を完了するための時間量を決定すること、d)現在の待機軌道を完了するための決定された時間量が、必要な待機離脱時刻までに残された時間に満たない場合、ホールディングパターン中での飛行を維持してステップb)に戻ること、およびe)待機離脱時刻にホールディングパターンを出るように次の軌道を短縮するための時間量を決定することをプロセッサに実行させる。

30

【0009】

図1～3は、本明細書で述べる方法およびシステムの例示的な実施形態を示す。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の例示的な実施形態による例示的なホールディングパターンの飛行経路の概略図である。

【図2】必要な待機離脱時刻に間に合うように待機経路を計算する例示的な方法の流れ図である。

40

【図3】本発明の例示的な実施形態による飛行管理システム(FMS)の単純化した概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下の詳細な説明は、限定のためではなく、例示のために本発明の諸実施形態を述べている。本発明は、産業用、商用、および住宅用分野において、ウェイポイントにおける必要な到着時刻(RTA)に間に合うように、ホールディングパターン離脱時刻を自動的に計算する解析的、かつ系統的な実施形態に対して一般に適用できることが企図される。

【0012】

50

本明細書で使用される場合、単数形で記載され、かつ単語「１つの（a）」または「１つの（an）」で書かれる要素もしくはステップは、このような除外が明示的に記載されない限り、複数の要素もしくはステップを除外するものではないことを理解されたい。さらに、本発明の「一実施形態」への参照は、記載された特徴をさらに組み込むさらなる実施形態の存在を除外するように解釈されることを意図していない。

【００１３】

本発明の諸実施形態は、航空機がホールディングパターンを離れることに関連する不正確さを減少し、ある点の必要な到着時刻に正確に間に合うように必要な時刻にホールディングパターンを離脱する最も効率的な進路を計算することにより、手動計算に関連する管制官の作業負荷を低減することを容易にする。

10

【００１４】

図１は、本発明の例示的な実施形態による例示的なホールディングパターン１０２の飛行経路１００の概略図である。例示的な実施形態では、飛行経路１００は、航空機１０６がホールディングパターン１０２に進入するためのインバウンドレグ１０４を含む。飛行経路１００はまた、第１の旋回レグ１１０、第１の直線レグ１１２、第２の旋回レグ１１４、第２の直線レグ１０８、待機出口点１１６、および航空機１０６がホールディングパターン１０２を出るためのアウトバウンドレグ１１８を含む。インバウンド交通量が、空港または空域の能力を超えた場合、管制官は、航空機１０６に、ホールディングパターン１０２に入り、空港または空域が航空機１０６を収容できるまで、飛行経路１００に沿ってホールディングパターン１０２の軌道を回るように指示することができる。ホールディングパターン１０２は、管制官により規定することができるが、あるいは搭載可能な航法データベースに含まれる公開された手順でコード化することができ、また直線レグ１０８および１１２を飛行するための時間または距離により、かつ旋回レグ１１０および１１４に対する半径もしくはバンク角により指定することができる。通常、各直線レグ１０８および１１２の長さ１１９は等しい。飛行経路１００の各レグに沿って飛行する距離は、レグ中で飛行する時間および航空機の速度により決定することができる。「競技用トラック」または楕円形で示されているが、ホールディングパターン１０２は、別の形で構成することができ、また複数の直線レグおよび／または旋回レグを含むことができる。

20

【００１５】

航空機１０６は、ホールディングパターン１０２の軌道を回るとき、定期的に待機出口点１１６を通過する。飛行経路１００に沿った任意の点から待機出口点１１６までの時間は、直線レグ１０８および１１２の長さ、旋回レグ１１０および１１４の長さ、航空機１０６の速度、およびこれだけに限定されないが、風速および風向などの何らかの外的影響から計算することができる。管制官が、航空機１０６をホールディングパターン１０２から離脱させる必要がある場合、航空機１０６は、飛行経路１００に沿ったいずれかの点に位置するはずである。順序よくホールディングパターン１０２を出るために、航空機１０６が待機出口点１１６に達するまでの時間が推定され、航空機が、管制官の命令によって待機出口点１１６にいたることが必要な時刻と比較される。待機出口点１１６に達するのに必要な時間は、待機出口点１１６の下流にある必要な到着時刻（ＲＴＡ）点１２０に達するために必要な時間に基づくことができる。航空機１０６が待機出口点１１６に対するための予測時間が、管制官により指令された待機出口時刻よりも後である場合、飛行経路１００の長さを、必要な出口時刻にホールディングパターン１０２を出るように短縮する必要がある。そうではない場合、飛行経路１００で少なくとももう１回の軌道が必要になる。

30

40

【００１６】

航空機１０６が待機出口点１１６に達するまでの推定時間は、必要な待機出口時刻より後になるため、必要な待機出口時刻にホールディングパターン１０２を出るために、軌道長さを短縮する必要がある。短縮した軌道１２２は、旋回レグ１１０および１１４と同様のサイズである２つの旋回レグ１２４および１２６と、長さ１１９未満である長さ１３２の短縮した直線レグ１２８および１３０とにより規定することができる。最小の直線レグ

50

距離 1 3 4 は、最小の待機軌道 1 3 6 を規定するために使用することができ、また最小のウィングレベル距離として選択することができる。

【 0 0 1 7 】

図 2 は、必要な待機離脱時刻に間に合うように待機経路を計算する例示的な方法 2 0 0 の流れ図である。例示的な実施形態では、方法 2 0 0 は、必要な到着時刻 (R T A) を受信するステップ 2 0 2 を含む。例えば、現在の航空機位置の下流にあるウェイポイントにおける R T A が、ホールディングパターン中で軌道を回っている航空機により受信される。R T A 時刻は、待機出口点 1 1 6 それ自体の時刻でありうるが、その場合、それは、待機離脱時刻を表す。一実施形態では、R T A 時刻は、航空管制官または運航計画者により提供される。方法 2 0 0 はまた、必要な待機出口時刻を計算するステップ 2 0 4 を含む。R T A が、待機出口点 1 1 6 に割り当てられた場合、待機出口時刻は R T A と等しい。そうではない場合、R T A が下流のウェイポイントにあり、かつ待機出口点 1 1 6 から R T A ウェイポイントまで進むための推定時間が与えられると、待機出口時刻を計算することができる。方法 2 0 0 は、次の待機通過時刻を計算するステップ 2 0 6 を含む。航空機の現在位置、目標速度、風および気温データを用いて、現在の待機軌道を完了する推定される到着時刻が計算される。方法 2 0 0 は、次の待機通過時刻が、必要な待機出口時刻の後になるかどうかを判定するステップ 2 0 8 をさらに含む。予測される次の待機通過時刻が、必要な待機出口時刻の後になる場合、必要な出口時刻に待機を出るように、軌道長を短縮する必要がある。そうではない場合、ホールディングパターンで少なくともさらに 1 回の軌道が必要となり、方法 2 0 0 は、次の待機軌道のために次の待機通過時刻を計算するステップ 2 0 6 に戻る。

【 0 0 1 8 】

現在の待機軌道を短縮するために、方法 2 0 0 は、軌道に対して減らすべき時間量を計算するステップ 2 1 0 を含む。例えば、次の待機通過時刻が、必要な待機出口時刻の後になる場合、管制管により要求された出口時間にホールディングパターンを出るように、軌道長を短縮する必要がある。例示的な実施形態では、ホールディングパターン中で減らすべき時間は、推定される待機出口時刻と、必要な待機出口時刻との間の差として計算される。軌道から減らすべき時間量が決定された後、軌道を短縮するための距離量は、待機直線レグ距離を計算するステップ 2 1 2 により決定される。現在の待機軌道長を短縮するために、2 つの直線レグの距離は、等しい量だけ短縮される。代替の実施形態では、2 つの直線レグの距離を個々に短縮することもできる。一実施形態では、新しい待機直線レグ時間は、現在の待機直線レグ時間を用いて、減らすべき時間量の半分未満に計算される。待機直線レグ距離は、待機直線レグ時間に対して速度を乗算して計算することができる。

【 0 0 1 9 】

方法 2 0 0 は、待機直線レグ距離が、最小の直線レグ距離未満であるかどうかを判定するステップ 2 1 4 を含む。待機直線レグ距離が、最小の許容可能な直線レグ距離、例えば、最小のウィングレベル距離未満である場合、複数の待機軌道の距離が調整されることになる。そうではない場合、計算は完了する 2 1 6。方法 2 0 0 はまた、待機直線レグ距離が、最小の直線レグ距離に等しいかどうかを判定するステップ 2 1 8 を含み、そうである場合、待機直線レグ距離は、最小限度の直線レグ距離と等しくなるように設定される。方法 2 0 0 は、前の待機軌道が存在するかどうかを判定するステップ 2 2 0 を含む。現在短縮された軌道の前に、前の待機軌道が存在していない場合、待機出口時刻は、可能な限り低減されており、さらに低減することはできず、計算は完了する 2 2 2。そうではなくて、前の待機軌道が存在する場合、方法 2 0 0 は、例えば、これだけに限らないが、前の待機に関連する直線レグ距離、および次の待機通過時刻を含む前の待機軌道情報を取得するステップ 2 2 4 を含む。軌道に対して減らすべき時間量を計算するステップ 2 1 0、および待機直線レグ距離を計算するステップ 2 1 2 が反復され、2 つの短縮された待機軌道が得られるが、その場合、最初のものは、計算された待機直線レグ距離を使用し、第 2 のものは、最小の直線レグ距離を使用する。これらの 2 つの距離は、適宜、平均化されて、2 つの等しい待機軌道を作成することもできる。

【 0 0 2 0 】

図 3 は、本発明の例示的な実施形態による飛行管理システム (F M S) 3 0 0 の簡単化した概略図である。例示的な実施形態では、 F M S 3 0 0 は、プロセッサ 3 0 4 およびメモリ 3 0 6 を有するコントローラ 3 0 2 を含む。プロセッサ 3 0 4 およびメモリ 3 0 6 は、バス 3 1 2 を介して、通信可能に入出力 (I / O) ユニット 3 1 0 に結合され、入出力ユニット 3 1 0 はまた、バス 3 1 4、または複数の専用バスを介して、複数のサブシステム 3 1 3 に通信可能に結合される。様々な実施形態では、サブシステム 3 1 3 は、エンジンサブシステム 3 1 6、通信サブシステム 3 1 8、コックピットディスプレイおよび入力サブシステム 3 2 0、オートパイロットサブシステム 3 2 2、ならびに / または航法サブシステム 3 2 4 を含むことができる。述べられていない他のサブシステム、およびさらに多くの、またはより少ないサブシステム 3 1 3 が存在することもありうる。コックピットディスプレイおよび入力サブシステム 3 2 0 は、航法情報、航空機飛行パラメータ情報、燃料およびエンジン状況、ならびに他の情報が表示されるコックピットディスプレイを含む。コックピットディスプレイおよび入力サブシステム 3 2 0 はまた、パイロットもしくは飛行士が、例えば、航空管制官から適切なメッセージを受信した後、 F M S 3 0 0 に「 E x i t H o l d (待機を出す) 」 (E H) コマンドを入力することができる様々な制御パネルを含む。オートパイロットサブシステム 3 2 2 は、 F M S 3 0 0 により提供される航法指示に従うように航空機の経路を変更する飛行面アクチュエータを制御する。航法サブシステム 3 2 4 は、コントローラ 3 0 2 に現在の位置情報を提供する。図 3 は、方法 2 0 0 (図 2 で示された) を実行するのに適した特定のアーキテクチャを示しているが、 F M S 3 0 0 に対する他のアーキテクチャもまた使用することができる。

【 0 0 2 1 】

例示的な実施形態では、方法 2 0 0 を実行するためのコンピュータ命令は、地図、ウェイポイント、ホールディングパターン、ならびに所望の飛行経路、ウェイポイント、旋回、および他の航空機の操縦を決定するために有用な他の情報と共に、メモリ 3 0 6 に常駐する。 F M S 3 0 0 が方法 2 0 0 を実行するとき、それは、航法サブシステム 3 2 4 からの情報、およびルート、ホールディングパターン、ならびにメモリ 3 0 6 に記憶された航空機性能情報を使用する。このような情報は、コックピットディスプレイおよび入力サブシステム 3 2 0 を介してパイロットまたは飛行士により入力され、かつ / またはこのような情報、機外の制御システムから受信した信号、またはそれらの組合せを含む、例えば、 C D R O M などの非一時的なコンピュータ可読媒体から取得されるので便利である。

【 0 0 2 2 】

F M S 3 0 0 は、オートパイロットサブシステム 3 2 2 に指令して、直接人間が介入することなく、航空機の操縦翼面 (f l i g h t c o n t r o l s u r f a c e) を移動させ、望ましい短縮化された離脱経路に沿った飛行を達成するように構成することができる。代替的には、オートパイロットが切り離されている場合、 F M S 3 0 0 は、例えば、コックピットディスプレイおよび入力サブシステム 3 2 0 における表示を介して、パイロットに対して、コース変更指示または提案を提供することができ、パイロットがそれに従った場合、望ましい短縮された離脱経路に沿って飛行機を飛行させる。コントローラ 3 0 2 は、スタンダロンのハードウェア装置で実施することができるが、あるいは F M S 3 0 0 または他の乗物システムで実行される専用のファームウェアおよび / またはソフトウェア構成とすることができる。

【 0 0 2 3 】

本明細書で使用される場合、プロセッサという用語は、中央処理装置、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、縮小命令セット回路 (R I S C)、特定用途向け I C (A S I C)、論理回路、および本明細書で述べる機能を実行できる任意の他の回路もしくはプロセッサを指す。

【 0 0 2 4 】

本明細書で使用される場合、用語「ソフトウェア」および「ファームウェア」は、相互に交換可能であり、また R A M メモリ、 R O M メモリ、 E P R O M メモリ、 E E P R O M

10

20

30

40

50

メモリ、および不揮発性ＲＡＭ（ＮＶＲＡＭ）メモリを含む、プロセッサ３０４で実行されるメモリに記憶された任意のコンピュータプログラムを含む。上記のメモリタイプは、例示的なものに過ぎず、したがって、コンピュータプログラムの記憶に使用できるメモリタイプに関して限定するものではない。

【００２５】

前述の詳細な説明に基づいて理解されるように、本開示の上記で述べた諸実施形態は、コンピュータプログラミングを用いて、あるいはコンピュータソフトウェア、ファームウェア、ハードウェア、またはそれらの任意の組合せもしくはサブセットを含む工学的技法を用いて実施することができるが、その技術的効果は、現在、航空管制官により行われている手動の、不正確であることの多い計算に置き換わる、航空機に対する効率的で自動化された計算により提供される。コンピュータ可読のコード手段を有するこのように得られた任意のプログラムは、１つまたは複数のコンピュータ可読媒体内で実施され、または提供されうるが、それにより、本開示で論じた実施形態によるコンピュータプログラム製品、すなわち製品を製作することができる。コンピュータ可読媒体は、例えば、これだけに限らないが、固定（ハード）ドライブ、ディスク、光ディスク、磁気テープ、読取り専用メモリ（ＲＯＭ）などの半導体メモリ、および／またはインターネットまたは他の通信ネットワークもしくはリンクなどの任意の送信／受信媒体とすることができる。コンピュータコードを含む製品は、１つの媒体から直接コードを実行することにより、１つの媒体から他の媒体へとコードを複製することにより、またはコードをネットワークを介して送信することにより製作し、かつ／または使用することができる。

【００２６】

必要な待機離脱時刻に間に合うように待機経路を計算する方法およびシステムに関する上記で述べた実施形態は、航空機の前方にあるウェイポイントにおける必要な到着時刻に間に合うように、空中ホールディングパターンの最適なサイズを計算するための自動化された方法を提供する費用効果が高く、信頼性のある手段を提供する。「競技用トラック」的なホールディングパターンにおけるさらに１回の軌道の直線部分の長さが、この到着時刻に間に合うための必要な時刻に待機を離れるように調整される。より具体的には、本明細書で述べる方法およびシステムは、余分な推力および燃料消費量を必要とするホールディングパターン中の余分な時間を最小化することを容易にする。さらに、上記で述べた方法およびシステムは、混雑する空域において航空機の全体的な燃焼消費量を低下させ、かつ管制官の作業量を低減することを容易にする。その結果、本明細書で述べる方法およびシステムは、費用効果があり、信頼性のある方法で航空機を運航することを容易にする。

【００２７】

この記述は、最良の形態を含む本発明を開示するために、また当業者が、任意の装置またはシステムを製作して使用し、さらに任意の組み込まれた方法の実施を含む本発明を実施できるようにするために、諸例を使用する。本発明の特許性のある範囲は、特許請求の範囲によって定義されるが、当業者が想到する他の例を含むこともできる。このような他の例は、それらが、特許請求の範囲の文言と異なる構造的要素を有する場合、またはそれらが、特許請求の範囲の文言と非実質的な差を有する均等な構造的要素を含む場合、特許請求の範囲に含まれることが意図される。

【符号の説明】

【００２８】

- １００ 飛行経路
- １０２ ホールディングパターン
- １０４ インバウンドレグ
- １０６ 航空機
- １０８ 直線レグ
- １１０ 第１の旋回レグ
- １１２ 第１の直線レグ
- １１４ 第２の旋回レグ

1 1 6	待機出口点	
1 1 8	アウトバウンドレグ	
1 1 9	長さ	
1 2 0	(R T A) 点	
1 2 2	短縮した軌道	
1 2 4	旋回レグ	
1 2 6	旋回レグ	
1 2 8	直線レグ	
1 3 0	直線レグ	
1 3 2	長さ	10
1 3 4	最小の直線レグ距離	
1 3 6	最小の待機軌道	
2 0 0	方法	
2 0 2	必要な到着時刻を受信する	
2 0 4	必要な待機出口時刻を計算する	
2 0 6	次の通過時刻を計算する	
2 0 8	次の待機通過時刻が、必要な待機出口時刻の後になるかどうかを判定する	
2 1 0	減らすべき時間を計算する	
2 1 2	待機直線レグ距離を計算する	
2 1 4	待機直線レグ距離 < 最小の直線レグ距離かどうかを判定する	20
2 1 6	停止	
2 1 8	待機直線レグ距離 = 最小の直線レグ距離	
2 2 0	前の待機軌道が存在するか	
2 2 2	停止	
2 2 4	前の待機軌道情報を取得する	
3 0 0	F M S	
3 0 2	コントローラ	
3 0 4	プロセッサ	
3 0 6	メモリ	
3 1 0	ユニット	30
3 1 2	バス	
3 1 3	複数のサブシステム	
3 1 4	バス	
3 1 6	エンジンサブシステム	
3 1 8	通信サブシステム	
3 2 0	ディスプレイおよび入力サブシステム	
3 2 2	オートパイロットサブシステム	
3 2 4	航法サブシステム	

【図 1】

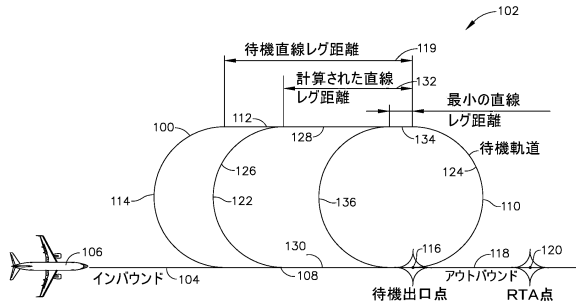


FIG. 1

【図 2】

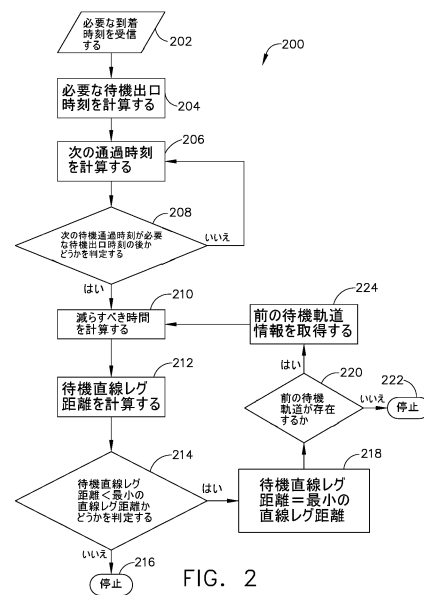


FIG. 2

【図 3】

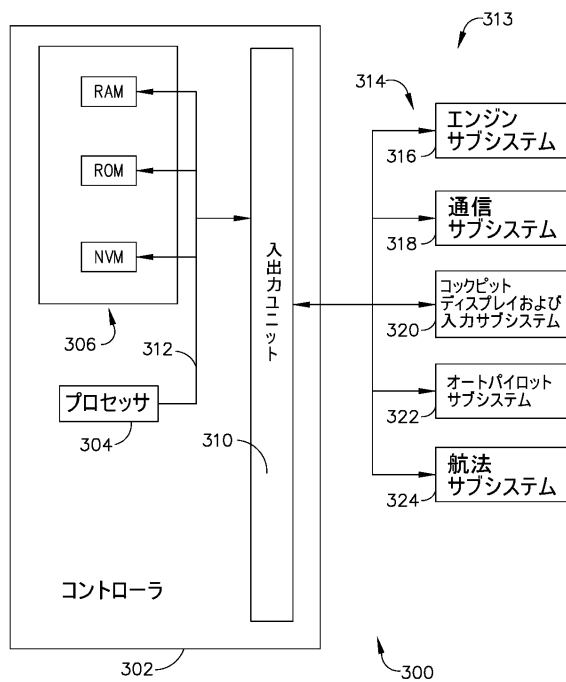


FIG. 3

フロントページの続き

- (72)発明者 ジョエル・ケネス・クルースター
アメリカ合衆国、ミシガン州、グランド・ラビッツ、パターソンアベニュー・エスイー、3290
番
- (72)発明者 ジョアキム・カール・ウルフ・ホックワース
アメリカ合衆国、ミシガン州、グランド・ラビッツ、パターソンアベニュー・エスイー、3290
番

審査官 志水 裕司

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2009/0005918(US, A1)
米国特許出願公開第2010/0114406(US, A1)
米国特許出願公開第2004/0122567(US, A1)
米国特許出願公開第2010/0217510(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B64D	1/00	-	47/08
G08G	1/00	-	99/00