

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5185255号
(P5185255)

(45) 発行日 平成25年4月17日(2013.4.17)

(24) 登録日 平成25年1月25日(2013.1.25)

(51) Int.Cl.

B 6 4 C 13/16 (2006.01)

F I

B 6 4 C 13/16

請求項の数 9 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2009-504773 (P2009-504773)	(73) 特許権者	507189703
(86) (22) 出願日	平成19年4月5日(2007.4.5)		エルピュス オペレーション (エス.アー . エス.)
(65) 公表番号	特表2009-533273 (P2009-533273A)		フランス共和国, エフ-31060 トゥ ールーズ セデックス 9, ルート ドゥ バイヨンヌ, 316
(43) 公表日	平成21年9月17日(2009.9.17)		
(86) 国際出願番号	PCT/FR2007/000578	(74) 代理人	100087653
(87) 国際公開番号	W02007/116134		弁理士 鈴江 正二
(87) 国際公開日	平成19年10月18日(2007.10.18)	(72) 発明者	ドゥラノイ、ステファン
審査請求日	平成22年3月9日(2010.3.9)		フランス国 エフ-32600 ピュジョ ドゥラン、ルート ドゥ フォントニュー 847
(31) 優先権主張番号	0603183	(72) 発明者	ベルタン、ティエリ
(32) 優先日	平成18年4月11日(2006.4.11)		フランス国 エフ-31000 トゥール ズ、アレ デ スピール 13
(33) 優先権主張国	フランス (FR)		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 操縦軸を中心に航空機を操縦する方法と装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

操縦軸を中心として航空機を操縦する方法であって、航空機は、上記の操縦軸を中心として航空機を動かせる複数N個の制御可能な空力学的表面(2Aから2N)を備え、この方法によれば、

- a) 上記の操縦軸に関する全体的な操縦指令が作成され、
b) この全体的操縦指令に基づき、上記のN個の制御可能な空力学的表面(2Aから2N)に対し個別の制御指令が決定され、
c) 上記の個別の制御指令は上記の空力学的表面(2Aから2N)に与えられる、
の一連の連続する操作が自動的に繰り返し行なわれ、
— 工程b)で、上記の全体的操縦指令に基づき、それぞれ、上記のN個の空力学的表面(2Aから2N)に関係するN個の個別の操縦指令が、各機会毎に上記の全体的操縦指令に、正あるいは負である少なくとも1つのゲイン K_i を乗じて形成され、iは1からNまで変わる整数であり、Nは1より大きい整数であって、上記のゲイン K_i は、

$$\sum_i |K_i| = N ;$$

であり、

- ・ これらのN-1個の適応性モードは航空機に関するパラメータの現在値を関数として

選択され、

・ 上記のN個の個別の操縦指令と共に与えられて、上記の操縦軸を中心とする航空機の操縦に関して、上記の全体的操縦指令の効果に全体的に対応する効果を生じ、

これらのN個の操縦指令は、N-1個の一次方程式をN個の未知数で解くことにより得られ、

ー 工程b)において、上記の個別の制御指令は上記の方式で形成された個別の操縦指令から標準の転換で推論され、

ー 工程c)において、上記の空力学的表面(2Aから2N)に、

・ 最初は、正のゲイン K_i に基づき得られた個別の操縦指令から推論された個別の制御指令のみが、

・ 所定時間後は、工程b)で推論された全ての個別の制御指令が与えられることを特徴とする操縦方法。

【請求項2】

上記の所定期間が、航空機の快適さに対し最も負の影響を及ぼす適応性モードの半分の期間であることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】

ー ゲイン K_i は、その合計

$$\sum_i K_i$$

が0に等しく、

ー 工程c)では、

・ 当初、以下の全体的効果 Eff_g を、

$$Eff_g = \sum_j K_j \cdot Eff(t)$$

色々のjは整数iであってそれに対応するゲイン K_j は正であり、 $Eff(t)$ は全体的効果 $N \cdot Eff(t)$ を得るため空力学的表面(2Aから2N)に、等しい方法で出される指令である、生じる制御指令が与えられ、

・ 上記の所定期間T後、以下の全体的効果 Eff_g

$$Eff_g = \sum_j K_j \cdot Eff(t) + \sum_l |K_l| \cdot Eff(t-T)$$

色々の $\blacktriangle l \blacktriangledown$ は整数iで、それに対応するゲイン $K \blacktriangle l \blacktriangledown$ は負である、

を生じる制御指令が与えられることを特徴とする請求項1あるいは2に記載の方法。

【請求項4】

ー ゲイン K_i は、その合計

$$\sum_i K_i$$

が0とは異なり、

ー 工程c)では

・ 最初、以下の全体的効果 Eff_g

$$Eff_g = K_A \cdot \sum_j K_j \cdot Eff(t)$$

色々のjは整数iでそれに対応するゲイン K_j は正であり、 $Eff(t)$ は、全体的効果 $N \cdot Eff(t)$ を得るためN個の空力学的表面(2Aから2N)に等しい方法で出される指令であり、 K_A は以下の関係を満足するゲインである、

10

20

30

40

$$K_A \cdot \sum_j K_j = N$$

を生じる制御指令が与えられ、

- ・ 上記の所定期間 T 後、以下の全体的効果 Effg

$$\begin{aligned} \text{Effg} = & \left[K_A \cdot \sum_j K_j \cdot \text{Eff}(t) \right] - \left[K_B \cdot \sum_j K_j \cdot \text{Eff}(t-T) \right] \\ & + \left[(K_A + K_B) \cdot \sum_{\emptyset} |K_{\emptyset}| \cdot \text{Eff}(t-T) \right] \end{aligned}$$

10

色々の $\blacktriangle$ $\blacktriangledown$ は整数 i で、それに対応するゲイン $K_{\blacktriangle}$ $\blacktriangledown$ は負であり、 K_B は以下の関係

$$\left[(K_A - K_B) \cdot \sum_j K_j \right] + \left[(K_A + K_B) \cdot \sum_{\emptyset} |K_{\emptyset}| \right] = N$$

を満足するゲインである

を生じる制御指令が与えられることを特徴とする請求項 1 あるいは 2 に記載の方法。

【請求項 5】

上記の操縦軸は、2つの主翼を備えた航空機のロール軸であり、上記の空力学的表面(2 A から 2 N)は上記の主翼に取り付けられる補助翼であり、N は補助翼の数であることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

20

【請求項 6】

上記の操縦軸は、航空機の偏揺れ軸であり、上記の空力学的表面(2 A から 2 N)は航空機の方向舵であることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 7】

操縦軸を中心に航空機を操縦する装置であって、この航空機は上記の操縦軸を中心に航空機を動かせる複数 N 個の制御可能な空力学的表面(2 A から 2 N)を備え、上記の装置(1)は

- ー 上記の操縦軸に関する全体的な操縦指令を作成する第 1 手段(3)と、
- ー この全体的操縦指令に基づき、個別の制御指令を、上記の N 個の制御可能な空力学的表面(2 A から 2 N)に対して決定する第 2 手段(4 A から 4 N)と、
- ー 上記の個別の制御指令を上記の空力学的表面(2 A から 2 N)に与える第 3 手段(6 A から 6 N)とからなり、
- ー 上記の第 2 手段(4 A から 4 N)が、上記の全体的操縦指令に基づき、それぞれ、上記の N 個の空力学的表面(2 A から 2 N)に関係する N 個の個別の操縦指令を、各機会毎に上記の全体的操縦指令に、正あるいは負である、少なくとも 1 つのゲイン K_i を乗じて形成する手段(8 A から 8 N)を備え、i は 1 から N まで変わる整数であり、N は 1 より大きい整数であって、上記のゲイン K_i は、

30

・

$$\sum_i |K_i| = N ;$$

40

であり、

- ・ これらの N-1 個の適応性モードは航空機に関するパラメータの現在値を関数として選択され、

- ・ 上記の N 個の個別の操縦指令と共に与えられて、上記の操縦軸を中心とする航空機の操縦に関して、上記の全体的操縦指令の効果に全体的に対応する効果を生じ、

これらの N 個の指令は、N-1 個の一次方程式を N 個の未知数で解くことにより得られ、

50

－ 上記の第2手段(4 Aから4 N)が、更に、上記の方式で形成された個別の操縦指令から標準の転換で推論する手段(9 Aから9 N)を備え、

－ 上記の第3手段(6 Aから6 N)が、上記の空力学的表面(2 Aから2 N)に、

・ 最初は、正のゲイン K_i に基づき得られた個別の操縦指令から推論された個別の制御指令のみが、そして

・ 所定時間後、全ての個別の制御指令を与えるように形成されていることを特徴とする操縦装置。

【請求項8】

請求項1から6のいずれかに記載されている方法を実施できる装置(1)を備えることを特徴とする航空機。

【請求項9】

請求項7に記載されているような装置(1)を備えることを特徴とする航空機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、操縦軸を中心に、航空機、特に輸送機を操縦するための方法と装置に関する。

【背景技術】

【0002】

これに限るものではないが、本発明は、飛行機をその横揺れ軸(ロール軸)を中心とする操縦に、より特に適用される。飛行機の横揺れ制御および飛行機の操縦は翼型変動、即ち補助翼および／またはスポイラを動かすことにより行なわれることは既知である。飛行機の主翼に十分な可撓性があり、補助翼および／またはスポイラが動的方式で相対的に動かされれば、このロール操縦は無視することのできない構造上の励起(excitation)を生じ、これにより飛行機の客室全体に不快感を加速を生じる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

上記の構造上の励起を減少させ、これによりパイロットと乗客の快適さを増加させるための標準的解決策は、操縦指令の(1 Hz以上)の高周波構成要素を減衰するため、補助翼およびスポイラの動きをフィルターすることにある。然し、この標準的解決策は、補助翼およびスポイラの動きがその際指令に対し位相シフト(変位)され、これにより操縦の正確さを失う、あるいはパイロットと飛行機の構造体との間に不安定な結合を生じるので、かなりの操縦問題を生じる。

【0004】

本発明は、上記の欠点を解消できる操縦軸を中心に航空機を操縦する方法に関する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

このため、本発明による、操縦軸を中心として航空機を操縦する上記方法では、航空機は、上記の操縦軸を中心として航空機を動かせることのできる複数N個の制御可能な空力学的表面を備え、この方法によれば、以下の一連の連続する操作、

a) 上記の操縦軸に関する全体的な操縦指令が作成され、

b) この全体的操縦指令に基づき、個別の制御指令が、上記のN個の制御可能な空力学的表面に対して決定され、

c) 上記の個別の制御指令が上記の空力学的表面に与えられ、
が自動的に繰り返し行なわれ、

－ 工程b)で、上記の全体的操縦指令に基づき、それぞれ、上記のN個の空力学的表面に関係するN個の個別の操縦指令が、各機会毎に上記の全体的操縦指令に、正あるいは負である、少なくとも1つのゲイン K_i を乗じて形成され、 i は1からNまで変わる整数であり、Nは1より大きい整数であって、上記のゲイン K_i は、

10

20

30

40

50

$$\sum_i |K_i| = N ;$$

であり、

- ・これらにより、航空機の不快の原因である、航空機の $N - 1$ 個の適応性モードの励起を減少でき、これらの $N - 1$ 個の適応性モードは航空機に関するパラメータの現在値を関数として選択され、

- ・上記の N 個の個別の操縦指令と共に与えられて、上記の操縦軸を中心とする航空機の操縦に関して、上記の全体的操縦指令の効果に全体的に対応する効果を生じ、
これらの N 個の指令は、 $N - 1$ の等式の直線方式を N 個の未知数で解くことにより得られ

10

- － 工程 b) において、上記の個別の制御指令はその後上記の個別の操縦指令から推論され、

- － 工程 c) において、上記の空力学的表面に、

- ・最初は、正のゲイン K_i に基づき得られた個別の操縦指令から推論された個別の制御指令のみが、

- ・所定時間後は、工程 b) で推論された全ての個別の制御指令が与えられる

ことを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0006】

こうして、本発明によれば、航空機の不快の原因である $N - 1$ 個の適応性モードの励起を減少させる目的で色々の空力学的表面に送られる全体的操縦指令が区別される。これにより不快を減少させると共に、上記の全体的操縦指令に合う、上記の操縦軸を中心とする操縦が生じる。

【0007】

本発明の枠内では、

- － 以下に記載のゲインとオフセット値は航空機の標準の数学的モデルに基づき決定される。これらのゲインとオフセット値は航空機に関するパラメータ、特に航空機の数値と質量との現在値に依存する。ゲインとオフセット値は、これらが依存するパラメータを関数として、2次元配列の表にするのが好ましい。従って、飛行中これらのパラメータの、測定された現在値を関数として、対応するゲインとオフセットがこれらの配列により自動的に選択される。これらのゲインとオフセット値は、航空機で測定できるその他のパラメータを考慮することにより改善できる。そして

30

- － 航空機の適応性モードは、標準の方法で、航空機の数学的モデルに基づいて分っている。これらの適応性モードは、上記の航空機に関する、速度、質量あるいはマッハ数のようなパラメータの現在値を関数として、航空機の飛行領域で進展する。従って、飛行中これらのパラメータの、測定された現在値を関数として、上記の $N - 1$ 個の適応性モード(このモードの励起が減少される)が、特に表作成により自動的に選択される。

40

【0008】

特定の実施例では、本発明による方法は、航空機の速度の測定に基づいてリアルタイムで実施される。よって、航空機の現在の速度が、本発明の実施により生じる作用が所望される領域に達すると、上記の方法が実施される。この実施は、その他のパラメータ、特にゲインとオフセット値を決定できる上記のものにより行なわれることができる。

【0009】

望ましい方法では、上記の所定期間は、航空機の快適さに対し最も負の効果を生じる適応性モードの半分の期間である。

【0010】

第1の実施例では、

50

— ゲイン K_i は、その合計

$$\sum_i K_i$$

が 0 に等しいものであり、

— 工程 c) では、

- ・ 最初に、以下の全体的効果 $Effg$ は

$$Effg = \sum_j K_j \cdot Eff(t)$$

10

で表され、

色々の j は整数 i であり、これに対する対応するゲイン K_j は正であり、 $Eff(t)$ は、 N 個の空力学的表面に、等しい方法で発せられて全体的効果 $N \cdot Eff(t)$ を得る指令である、を生じる制御指令が与えられ、

- ・ 上記の所定期間 T 後、以下の全体的効果 $Effg$

$$Effg = \sum_j K_j \cdot Eff(t) + \sum_{\emptyset} |K_{\emptyset}| \cdot Eff(t-T)$$

色々の $\blacktriangle \blacktriangledown$ は整数 i でこれに対して対応するゲイン $K_{\blacktriangle \blacktriangledown}$ は負であるを生じる制御指令が与えられる。

20

【0 0 1 1】

更に、 $t = 0$ と $t = T$ との間の時間間隔に対する操縦指令における起こり得る偏り (bias) を除去できる第 2 実施例では、

— ゲイン K_i は、その合計

$$\sum_i K_i$$

が 0 と異なり、

— 工程 c) において、

- ・ 最初に、以下の全体的効果 $Effg$

30

$$Effg = K_A \cdot \sum_j K_j \cdot Eff(t)$$

5

色々の j は整数 i でこれに対して対応するゲイン K_j は正であり、 $Eff(t)$ は、同等の方法で N 個の空力学的表面に送られる全体的効果 $N \cdot Eff(t)$ を得る指令であって、 K_A は以下の関係を満足するゲインであり

$$K_A \cdot \sum_j K_j = N$$

40

を生じる制御指令が与えられ、

- ・ 上記の所定期間 T 後、以下の全体的効果 $Effg$

$$Effg = \left[K_A \cdot \sum_j K_j \cdot Eff(t) \right] - \left[K_B \cdot \sum_j K_j \cdot Eff(t-T) \right] + \left[(K_A + K_B) \cdot \sum_{\emptyset} |K_{\emptyset}| \cdot Eff(t-T) \right]$$

色々の $\blacktriangle \blacktriangledown$ は整数 i でこれに対する対応するゲイン $K_{\blacktriangle \blacktriangledown}$ は負であり、 K_B は以下の関係を満足する

50

$$\left[(KA-KB) \cdot \sum_j K_j \right] + \left[(KA+KB) \cdot \sum_{\theta} |K_{\theta}| \right] = N$$

を生じる制御指令が与えられる。

【0012】

本発明の好ましい応用では、上記の操縦軸は、2つの翼を備える航空機の前後軸であり、上記の空力学的表面は、上記の翼に取り付けられる補助翼(および／またはスポイラ)であり、Nは補助翼(およびスポイラ)の数である。

【0013】

然し、本発明は航空機の偏揺れ操縦にも適用でき、この場合、上記の操縦軸は航空機の偏揺れ軸(上下軸)であり、上記の空力学的表面は上記の航空機の方

10

【0014】

本発明は、又、操縦軸、例えば、その横揺れ軸(前後軸)あるいは偏揺れ軸を中心に航空機を操縦する装置に関し、この航空機は上記の操縦軸を中心に航空機を動かせる複数N個の制御可能な空力学的表面を備える。

【0015】

このため、本発明によれば、上記の装置は

- 上記の操縦軸に関する全体的な操縦指令を作成する第1手段と、
- この全体的操縦指令に基づき、上記のN個の制御可能な空力学的表面用の個別の制御指令を決定する第2手段と、
- 上記の個別の制御指令を上記の空力学的表面に与える第3手段と

20

からなり、

- 上記の第2手段が、上記の全体的操縦指令に基づき、それぞれ、上記のN個の空力学的表面に係するN個の個別の操縦指令が、各機会毎に上記の全体的操縦指令に、正あるいは負である、少なくとも1つのゲイン K_i を乗じて形成する手段からなり、 i は1からNまで変わる整数であり、Nは1より大きい整数であって、上記のゲイン K_i は、

$$\sum_i |K_i| = N ;$$

30

であり、

- ・これらにより、航空機の不快の原因である、航空機のN-1個の適応性モードの励起を減少でき、これらのN-1個の適応性モードは航空機に関するパラメータの現在値を関数として選択され、

- ・上記のN個の個別の操縦指令と共に与えられて、上記の操縦軸を中心とする航空機の操縦に関して、上記の全体的操縦指令の効果に全体的に対応する効果を生じ、

これらのN個の指令は、N-1個の一次式をN個の未知数で解くことにより得られ、

- 上記の第2手段が、更に、上記の個別の制御指令を上記の個別の操縦指令から推論する手段を備え、

- 第3手段が、上記の空力学的表面に、

40

- ・最初は、正のゲイン K_i に基づき得られた個別の操縦指令から推論された個別の制御指令のみが、そして

- ・所定時間後、全ての個別の制御指令を与えるように形成されていることを特徴とする。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

添付図面の1つの図により本発明が実施される方法を明確にする。この1つの図は本発明による操縦装置の略図である。

【0017】

図1に略示されている本発明による装置1は航空機、特に輸送機を、操縦軸、例えば、

50

横揺れ軸(前後軸)あるいは偏揺れ軸(上下軸)を中心に操縦するのを意図する。本発明の枠内では、上記の航空機(図示略)は、制御でき、上記の操縦軸を中心に航空機を動かせる複数N個の標準空力学的表面2A、2B、……、2Nを備え、Nは1より大きい整数である。

【0018】

本発明の好ましい応用例では、上記の操縦軸は飛行機(よって2つの主翼を備え)に対応する航空機の前後軸であり、上記の空力学的表面2Aから2Nは、上記の両翼に取り付けられた補助翼および/またはスポイラであり、Nは補助翼およびスポイラの数である。

【0019】

然し、本発明は、又、航空機の偏揺れ操縦にも応用され、この場合、上記の操縦軸は航空機(10)の上下軸であり、上記の空力学的表面2Aから2Nは航空機(10)の方向舵である。

【0020】

上記の装置1は、

ー 当該操縦軸に関係する全体的操縦指令を作成することのできる標準手段3であって、この標準手段3は、標準の方法で、特に、例えば、ミニ操縦カンあるいは方向舵バーのような航空機のパイロットにより作動できる制御手段からなり、更に、速度あるいはマッハ数のような航空機に関するパラメータの現在値を測定し、質量のような航空機(20)のその他のパラメータの値を決定できる1組の情報源を備えるものと、

ー リンク5A、5B、……5Nにより上記の手段3に連結され、この手段3から受け取った全体的操縦指令に基づき、それぞれ、上記のN個の制御可能な空力学的表面2A、2B、……、2N用の個別の制御指令を決定するのを意図する複数の手段4A、4B、……、4Nと、

ー リンク7A、7B、……、7Nにより上記の手段4A、4B、……、4Nに連結されていて、これらの手段4A、4B、……、4Nから受け取った個別の制御指令を上記の空力学的表面2A、2B、……、2Nに与えるのを意図する手段6A、6B、……、6Nとからなるタイプのものである。

【0021】

更に、本発明によれば、

ー 上記の手段4Aから4Nは、上記の手段3から受け取った上記の全体的操縦指令に基づき、それぞれ、上記のN個の空力学的表面2Aから2Nに関係するN個の個別の操縦指令を形成するのを意図する手段8A、8B、……、8Nを備え、これらの手段8Aから8N(30)は、各機会毎に上記の全体的操縦指令に、正あるいは負である、少なくとも1つのゲイン K_i を乗じて上記の個別の操縦指令を計算し、 i は1からNまで変わる整数であり、Nは1より大きい整数である。

【0022】

本発明によれば、上記のゲイン K_i は以下の条件a)からc)

a)

$$\sum_i |K_i| = N ;$$

b) これらにより、航空機(40)の不快の原因である、航空機(40)のN-1個の適応性モードの励起を減少でき、これらのN-1個の適応性モードは航空機に関するパラメータの現在値を関数として選択され、

c) 上記のN個の個別の操縦指令と共に与えられて、上記の操縦軸(前後あるいは上下軸)を中心とする航空機(50)の操縦に関して、上記の全体的操縦指令の効果に全体的に対応する効果を生じる

を同時に満足するものと、

ー 上記の手段4Aから4Nは更に、リンク10Aから10Nにより上記の手段8Aから8Nに連結され、標準の方法で、上記の個別の制御指令を上記の個別の操縦指令から推論することを意図する手段9Aから9Nを備え、従って、これらは標準の変換を行い、

ー 上記の手段6Aから6Nは上記の空力学的表面2Aから2Nに、

10

20

30

40

50

・ 最初(時間 $t = 0$)は、正のゲイン K_i に基づき得られた個別の操縦指令から推論された個別の制御指令のみが、

・ 以下に記載の所定時間 T (即ち時間 $t = T$)後、(上記の手段 9 A から 9 N により生じた)全ての個別の制御指令を与えるように形成されている。

【0023】

所謂適応性航空機は(周波数がほぼ 1 と 1.5 Hz との間)の多くの適応性モードを有し、これらのうちの多くはとりわけ周波数が最も低いもの(よって航空機に乗っている人により最も感じられるもの)は、静止点(このモードに対しての静止点)と中間点(2つの静止点間の最高の緊張を示す)が現れる航空機の構造体、特にその翼のかなりな緊張を示す。よって、適応性モードはその周波数と、その緩衝率と、静止点と中間点との幾何学的配分とを特徴とする。色々な空力学的表面 2 A から 2 N は全て構造体の同じ場所には位置せず、これらの中間点および静止点から遠く離れるか、より近づく。これらの幾何学的特徴は、本発明に用いられる基本的原則を生じる、即ち、同じ偏位では、色々の空力学的表面 2 A から 2 N は、同じゲインあるいは同じ位相でも、客室における航空機の快適さに対し影響を示す色々な適応性モードを励起しない。そこで、 N 個の空力学的表面 2 A から 2 N では、1組のゲイン K_i (i は 1 ~ N)が存在し、各空力学的表面 2 A ~ 2 N から有効性 Eff_i を要求することにより、客室での不快の原因である $N - 1$ 個の適応性モードの励起が、以下の等式を満足すると過大に減少する

$$\sum_i |K_i| = N,$$

これは $N - 1$ 個の一次式を未知数 N で解くことにより標準の方法で得られる。

【0024】

標準の方法では、指令 D_P を N 個の空力学的表面に、1つの特定の適応性モードを励起しないように配分することは、1つの一次式を N 個の未知数で解くことになる。本発明の枠内では、 N 個の空力学的表面 2 A から 2 N があるので、 $N - 1$ 個の適応性モードを励起しないように指令 D_P を配分することは、 $N - 1$ の一次式を未知数 N で解くことになる。

【0025】

よって、解くべき $N - 1$ 個の指令の一次式が形成できる。

- N : 使用される空力学的表面の数
- $M_1, M_2, \dots, M_{N-1}$: 考慮される $N - 1$ 個の適応性モード、
- 2 A、2 B、 $\dots$ 、2 N: 使用される N 個の空力学的表面。

【0026】

Eff で示される全体的横揺れ指令が出されると、航空機の特定の点 P_j (操縦室、特定の乗客の席等)で感じられる、特定の適応性モード M_j による加速を減少しようとする。指令 Eff が 1 に標準化され、この指令が主翼 2 i にのみ与えられる際感じられる P_j での M_j による加速の最大の大きさが観察される (P_j での加速の周波数分析)。この大きさを A_{ij} で示す。

【0027】

よって、 $[1, N]$ からのどの i に対しても、 $[1, N - 1]$ からのどの j に対しても、標準化された偏位指令が翼型 2 i のみに出されると、 A_{ij} は適応性モード M_j のみによる、航空機の点 P_j での加速の大きさである。全てのモード M_j に対して同じ点 P_j が選択されると、航空機の 1 点での加速を最小にしようとする。異なる点 P_j が選ばれると、例えば、航空機の後ろあるいは前をより振動させるかどうかにより、適応性モードの局部的影響を最小にすることができる。

【0028】

解くべき一次式は、 N 個の翼型 2 j に与えられる N 個のゲイン K_i を、全体的指令 Eff に対しては、翼型 2 i に対し計算された指令が $Eff_i = K_i \cdot Eff$ となるように計算することからなり、点 P_j での適応性モード M_j の加速の構成要素が 0 である。 N 個の未知数 K_i の等式

$N-1$ のこの方式は以下のように表わされる。

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^N K_i \cdot A_{i1} = 0 \\ \sum_{i=1}^N K_i \cdot A_{i2} = 0 \\ \dots \\ \sum_{i=1}^N K_i \cdot A_{iN-1} = 0 \end{array} \right. \quad 10$$

あるいは又、
どの j に対して

$$j \in [1, N-1], \sum_{i=1}^N K_i \cdot A_{ij} = 0$$

【0029】

そのような方式の解決は 1 群のゲイン K_i として表され、全て、ゲイン K_1 に比例し、ゲイン K_1 の値は自由である。

20

【0030】

そこで、 K_1 、それ故全てのゲイン K_i の値を固定するため

$$\sum_{i=1}^N |K_i| = N,$$

を考慮することだけが残る。

【0031】

よって、以下に記載のゲイン K_i とこれと組合わされた相殺値が、航空機の標準の数学的モデルに基づき標準の方法で決定される。これらのゲインと相殺値は、標準の方法では、航空機に関するパラメータ、特に速度と質量との現在値に依存する。これらのゲインと相殺値は、2次元の配列でこれらが依存するパラメータを関数として表にすることが好ましい。従って、上記の情報源により飛行中測定されるこれらのパラメータの現在値を関数として、装置 1 の(例えば、上記の手段 4 A から 4 N の一部を形成する)手段が、記憶されているのが好ましいこれらの配列により、対応するゲインと相殺値とを自動的に選択する。これらのゲインと相殺値は、航空機で測定されるその他のパラメータを考慮することにより改善され得る。

30

【0032】

更に、航空機の適応性モードは、標準の方法で、航空機の数学的モデルに基づいて分る。これらの適応性モードは、上記の航空機に関する、速度、質量あるいはマッハ数のようなパラメータの現在値を関数として、航空機の飛行領域で進展する。従って、上記の情報源により飛行中測定されるこれらのパラメータの現在値を関数として、装置 1 の(例えば、上記の手段 4 A から 4 N の一部を形成する)手段が上記の $N-1$ 個の適応性モードを自動的に選択し、このモードの励起は装置 1 により減少されるべきものである。

40

【0033】

加えて、特定の実施例では、本発明による装置 1 は、航空機の速度の(上記の情報源の 1 つにより行なわれる)測定に基づいて作動する。よって、航空機の現在の速度が、上記の装置 1 により生じる作用が所望される領域に達すると、上記の装置 1 は作動される。この作動は、その他のパラメータ、特にゲインと相殺値を決定できる上記のものに依存する。

【0034】

50

空力学的表面 2 A から 2 N が全て、当該色々のモードの励起に関し同位相あるいは逆位相であることが考えられる。従って、上記の相殺値は次の 2 つの値、0 および π の 1 つを示す。よって、色々のゲイン K_i は正あるいは負である。そこで、所定の周波数に対しては、 $t = 0$ での信号は $t = 1$ での同じ信号と逆位相であり、そこでは t_1 が信号の半分の期間に相当する。よって、構成されている周波数の各々に対して負のゲイン K_i を所有する信号は、 -1 を乗じた(よってゲイン $|K_i|$ を所有する)同じ信号と等しく、当該周波数の半分の期間により時間をかけて相殺することが考えられる。

【0035】

標準の方法で、N 個の空力学的表面 2 A から 2 N の各々に出された有効性の要求 $Eff(t)$ が $t = 0$ で考慮される(よって、全体的要求 $Eff_g = N \cdot Eff(t)$ がなされる)と、この要求が適

10

応性モードを励起して不快を生じる。(今迄行なわれていた)この標準の要求の代わりに、以下の要求が本発明によりなされると、

— $t = 0$ では、そのゲイン K_i が正である、各空力学的表面から、有効性 $K_i \cdot Eff(t)$ が要求され、

— 次に、 $t = T$ から以降では、そのゲイン K_i が負である各空力学的表面から有効性 $|K_i| \cdot Eff(t - T)$ が加えて要求され、
 Eff_g と均等の要求が $t = T$ 以降から得られるが、N - 1 個の適応性モードの励起は大きく減少するか、本当に解除される。

【0036】

勿論、このためには、航空機の快適さに主に影響する N - 1 モードが選択される。

20

【0037】

本発明による操縦装置 1 は前記の原則を実施する。従って、航空機の不快の原因である数 N - 1 の適応性モードの励起を減少する目的で、色々の空力学的表面 2 A から 2 N に出される全体的操縦指令を区別し、これによりこの不快を減少あるいは本当に無くし、上記の全体的操縦指令に合う、操縦軸(前後軸あるいは上下軸)を中心としての操縦をする。

【0038】

上記の所定期間 T は、航空機の快適さに最も影響する(上記の N - 1 個の適応性モードのなかでも)適応性モードの半分の期間が(最大の有効性故)好ましい。

【0039】

よって、本発明による操縦装置 1 の上記の実施例は、操縦指令の 1 部の期間 T を相殺して、不快を生じる適応性の励起なく標準操縦の場合と同じ(T より大きい t に対し)制御を得ることができる。

30

【0040】

ゲイン K_i の合計

$$\sum_i K_i$$

が 0 に等しい、第 1 の簡単な実施例では、操縦装置 1 は以下の操作、

— 最初($t = 0$ で)は、以下の全体的効果 Eff_g は

$$Eff_g = \sum_j K_j \cdot Eff(t)$$

40

色々の j は整数 i であってそれに対応するゲイン K_j は正であり、 $Eff(t)$ は全体的効果 $N \cdot Eff(t)$ を得るため空力学的表面 2 A から 2 A に等しい方法で出される指令である、を生じる制御指令を与え、

— 上記の所定期間($t = T$ で) T 後、以下の全体的効果 Eff_g は

$$Eff_g = \sum_j K_j \cdot Eff(t) + \sum_l |K_l| \cdot Eff(t - T)$$

色々の $\Delta l \nabla$ は整数 i で、それに対応するゲイン $K_{\Delta l \nabla}$ は負である、

50

を生じる制御指令を与える
を行なうように形成されている。

【0041】

前記のように、標準の実施では、個別の制御指令DPは、当該N個の空力学的表面に同一の方法で配分される。この場合、全体的有効性は $N \cdot DP$ に等しく、他方、本発明では、この指令は異なる方法でN個の空力学的表面2Aから2Nに配分される。各個別の指令DPiは、周波数により個別のゲインkiと位相 ϕ_i とを呈し、よって以下の式

$$DP_i = k_i \cdot e^{j\phi_i} \cdot DP$$

10

を満足する。

【0042】

本発明によれば、空力学的表面2Aから2Nが同位相あるいは逆位相であることを考慮することにより概算される。よって、位相は2つの値、0と π とに減らされ、 $e^{j\phi_i}$ は値1($=e^0$)あるいは値 $-1(=e^{j\pi})$ を採る。従って、本発明で考慮される上記のゲインKiは次の値、 $+k_i$ と $-k_i$ の1つを採る。この理由は、本発明で用いられているゲインKiは、正の整数を表す標準のゲインではなく、正あるいは負でもよいからである。

【0043】

構成されている周波数の各々に対し、負のゲインKiを所有する信号は、 -1 を乗じた(よってゲイン $|K_i|$ を所有する)同じ信号に等しく、(π の相殺を表す)当該周波数の半分

20

の期間Tにより時間をかけて相殺される。

【0044】

更に、前記のように、(正あるいは負である)これらのゲインKiは、前記の全体的有効性 $Effg = N \cdot DP$ [勿論 $DP = Eff(t)$]を保持するため、等式

$$\sum_i |K_i| = N$$

を満足しなければならない。特に、この全体的有効性Effgは、上記の所定期間T後、

$$Effg = \sum_j K_j \cdot Eff(t) + \sum_{\emptyset} |K_{\emptyset}| \cdot Eff(t-T)$$

30

色々のjは整数iでそれに対応するゲインKjは正であり、色々の $\blacktriangle$ は整数iでそれに対応するゲイン $K_{\blacktriangle}$ は負であるとして表される。

【0045】

よって

$$Effg = \left(\sum_j K_j + \sum_{\emptyset} |K_{\emptyset}| \right) \cdot DP = \sum_i |K_i| \cdot DP = N \cdot DP$$

を得る。

40

【0046】

全体的有効性Effgは、よって、確かに値 $N \cdot DP$ を満足する。

【0047】

前記の第1の簡略実施例では、操縦指令でのバイアスは、 $t=0$ と $t=T$ との間の時間間隔の間持続し、この間、操縦指令は上記の解決では完全には行なわれない。

【0048】

この欠点を解消するため、ゲインKiの合計

$$\sum_i K_i$$

50

が 0 と異なる第 2 実施例では、操縦装置 1 は以下の操作、

－ 最初 ($t = 0$ で) は、以下の全体的効果 $Effg$

$$Effg = KA \cdot \sum_j K_j \cdot Eff(t)$$

KA は以下の関係を満足するゲイン、

$$KA \cdot \sum_j K_j = N$$

を生じる制御指令が与えられ、

10

－ 上記の所定期間 ($t = T$) T 後、以下の全体的効果 $Effg$

$$Effg = \left[KA \cdot \sum_j K_j \cdot Eff(t) \right] - \left[KB \cdot \sum_j K_j \cdot Eff(t-T) \right] \\ + \left[(KA+KB) \cdot \sum_l |K_l| \cdot Eff(t-T) \right]$$

色々の l は整数 i で、それに対応するゲイン K_l は負であり、 KB は以下の関係

$$\left[(KA-KB) \cdot \sum_j K_j \right] + \left[(KA+KB) \cdot \sum_l |K_l| \right] = N$$

20

を満足するゲインである

を生じる制御指令が与えられる。

【 0 0 4 9 】

本発明による操縦装置 1 は数学的には、 $N-1$ 個の適応性モードの励起を解除することができるが、実際には、少なくとも N 個の構造上モードの幾つかは酷似する緊張を示すので、これらで非常に効果的である。特定のモードに適している 1 群のゲインは当然その他の近似する緊張モードにも適する。

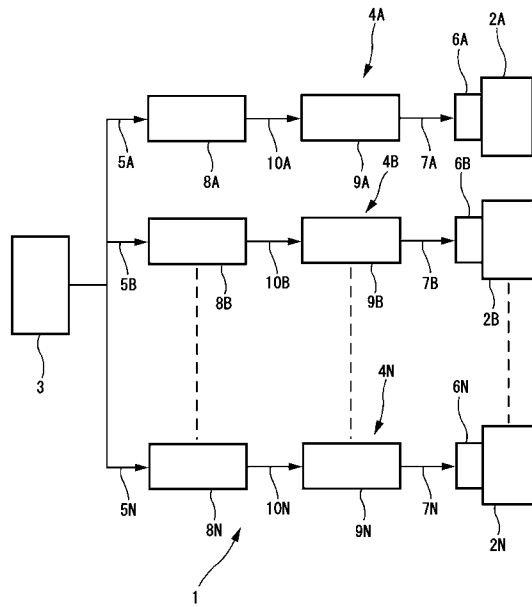
【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 0 】

30

【図 1】 この 1 つの図は本発明による操縦装置の略図である。

【図 1】



フロントページの続き

審査官 北村 亮

- (56)参考文献 欧州特許出願公開第00497660 (EP, A1)
欧州特許出願公開第01353253 (EP, A1)
欧州特許出願公開第00293018 (EP, A1)
米国特許出願公開第2003/0205644 (US, A1)
- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B64C 13/16