

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5001034号
(P5001034)

(45) 発行日 平成24年8月15日(2012.8.15)

(24) 登録日 平成24年5月25日(2012.5.25)

(51) Int.Cl. F I
B 6 4 C 25/42 (2006.01) B 6 4 C 25/42

請求項の数 11 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2007-61521 (P2007-61521)	(73) 特許権者	591131361 メシエーブガッティ
(22) 出願日	平成19年3月12日(2007.3.12)		MESSIER BUGATTI
(65) 公開番号	特開2007-246079 (P2007-246079A)		フランス国, 78140 ペリジューピラ
(43) 公開日	平成19年9月27日(2007.9.27)		クーブライ, ゾーヌ アエロノティク ル
審査請求日	平成19年3月12日(2007.3.12)		イ ブレゲ(番地なし)
(31) 優先権主張番号	0602182	(74) 代理人	100099759 弁理士 青木 篤
(32) 優先日	平成18年3月13日(2006.3.13)	(74) 代理人	100092624 弁理士 鶴田 準一
(33) 優先権主張国	フランス(FR)	(74) 代理人	100102819 弁理士 島田 哲郎
		(74) 代理人	100110489 弁理士 篠崎 正海

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 空港での動きの減少による航空機の制動の管理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

空港における地上走行における航空機(1)の制動の管理方法において、この方法は、前記空港において前記航空機が進行する、少なくとも1つの与えられた経路を選択する手順と；

前記経路に沿う前記航空機の動きのシーケンスを選択する手順であって、前記動きのシーケンスが、位置、速度及び加速度の内から選択された1式の航空機の運動の特徴により特徴づけられる、動きのシーケンスを選択する手順と；

前記航空機の運動の特徴に基づいて、前記動きのシーケンスの適用において、前記航空機が前記経路に沿って進行するように実行されなければならない、制動に関する情報を決定する手順と；

を具備することを特徴とする方法。

【請求項2】

前記制動に関する情報を決定する手順は、各ブレーキの温度が前記経路に沿って変化する、状態を予測するように、熱モデルを使用するステップを具備することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記制動に関する情報を決定する手順は、ブレーキが限界温度を超えることが予測されると、ブレーキの強制的冷却を開始するステップを具備することを特徴とする請求項2に記載の方法。

10

20

【請求項 4】

決定された前記制動に関する情報は、実行されるべき制動オペレーションの数と、制動期間と、各制動オペレーションにおいて消費されるエネルギーと、2つの連続する制動オペレーション間の間隔との内の少なくとも1つの項目を具備することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項 5】

前記航空機が進行する、少なくとも1つの与えられた経路を選択する手順において、前記航空機が進行する、少なくとも1つの与えられた経路は、前もって決められた経路のリストから選択されることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項 6】

前記動きのシーケンスを選択する手順において、与えられた経路に関する前記1式の航空機の運動の特徴は、前記空港における航空機の動きに関する統計的なデータから推定されることを特徴とする請求項5に記載の方法。

【請求項 7】

前記動きのシーケンスを選択する手順において、前記航空機が進行する、少なくとも1つの与えられた経路又は該経路に沿って実行される前記航空機の動きのシーケンスは、空港の交通量に関する情報の関数としてリアルタイムで修正されることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項 8】

前記制動に関する情報を決定する手順は、航空機の運転条件を最適化するステップを更に具備することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項 9】

前記航空機の運転条件を最適化するステップは、ブレーキに組み込まれた摩擦要素の磨耗を最小にする段階を含むことを特徴とする請求項8に記載の方法。

【請求項 10】

前記運転条件を最適化するステップは、与えられた経路に関して、各ブレーキの摩擦要素が前記経路に沿って制限温度より低く留まる、温度を示すように、航空機の動きのシーケンスを決定する段階を含むことを特徴とする請求項8に記載の方法。

【請求項 11】

前記運転条件を最適化するステップは、各ブレーキが前記経路に沿って制限温度より下に留まる、温度を示すように、前記航空機のブレーキ間の制動の分配を決定する段階を含むことを特徴とする請求項8に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、空港でのその動きを減少させることにより、航空機の制動（ブレーキ作動）を管理する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、空港において航空機が通る経路を正確に追跡するための手段が適用可能になってきた。これらの手段は特には、例えば、ある航空機と別の航空機との衝突のリスク、又は任意の別の静止した又は運動する障害物との衝突のリスクの低減のために使用される。

【0003】

経路の追跡は、空港における航空機の動きについて正確な知識を提供し、特には、その様な経路に沿って航空機により実施される動きのシーケンス（手順）を提供する（時間の関数として、位置、速度及び加速度の項目において）。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は、空港において航空機の経路の追跡の新規な可能性の使用を実現することによ

10

20

30

40

50

り、航空機の制動（ブレーキ作動）の管理を改善することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

この目的を実現するために、本発明は、空港における地上走行において航空機の制動の管理方法を提供しており、この方法は、空港において航空機が進行する、少なくとも1つの与えられた経路を選択する手順と；経路に沿う航空機の動きのシーケンス（手順）を選択する手順であって、動きのシーケンスが、位置、速度及び加速度の内から選択された1式の航空機の運動の特徴により特徴づけられる、動きのシーケンスを選択する手順と；航空機の運動の特徴に基づいて、動きのシーケンスの適用において、経路に沿って、航空機が進行するように実行されなければならない、制動に関する情報を決定する手順と；を具備する。

10

【0006】

従って、航空機が進行する別の経路及びその経路に沿う航空機の動きのシーケンスを予測することにより、動きの慣性の特徴（位置、速度、加速度）が推定可能であり、それにより将来の制動（ブレーキ作動）オペレーションに関する情報を決定可能にし、従って制動オペレーションが実行されるであろう、状況を予測する。

【0007】

本発明に従って制動に関する情報を決定することにより、種々の可能性が適用可能にされる。

【0008】

例えば、制動に関する情報は、熱モデルの補助により、どのように、摩擦要素の温度が変化するかを予測可能にするので、従って、ブレーキ性能の数値モデルをより良好に目盛り付けすることを可能にするか、又は一旦航空機が終点又は滑走路の出発点において停止した場合に、ブレーキが冷却するのに必要である、時間の長さを実際に予測することを可能にする。

20

【0009】

その様な予測はまた、ブレーキの使用の観点から、複数の可能性のある経路をお互いに比較することを可能にするので、例えば、ブレーキの使用を最も少なくする経路を選定すること、又は与えられた経路に沿うブレーキの適用を最適にすることを可能にする。その様な予測はまた、ブレーキ使用に関する条件に基づいて、単一経路に沿う動きの複数のシーケンスをお互いに比較可能にする。

30

【0010】

本発明は、添付図面を参照して、下記の説明によりより明確に理解可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

図1を参照すると、空港2に着陸した航空機1は、複数の経路を辿るように該空港において地上走行しても良い。

【0012】

図面は、細い点線の第1の経路3を示しており、第1の経路3は、滑走路の出発点から出発して、空港制御部が航空機を送ることを目指す、終点で終了する。

40

【0013】

航空機1のブレーキ（制動）コンピュータは、例えば、空港司令塔により提示されるようなこの経路の知識に基づいてプログラムされて、経路に沿う航空機の動きのシーケンス（手順）を見積もっており、即ち、経路を追跡するために、航空機の位置及び速度がどのように、時間と共に変化するかを見積もる。この動きのシーケンスは、空港における最大地上走行速度、必要な停止地点等の種々の条件に対応するように、あるいは着陸した瞬間と終点に到着した瞬間との間の実際最大移動時間に対応するように、更に重量、着陸速度等の航空機に特有の種々のパラメータの関数として決定される。

【0014】

従って、例えば、ここで図示される第1の経路3に沿って、動きのシーケンスの見積

50

もりは、下記のように実施される。航空機 1 は最初に、滑走路 10 上にあり、そこでは、着陸速度から地上走行速度へ航空機の速度を低下させるために、中程度の強さで長期間の制動（ブレーキ作動）が、実施される。その後、航空機 1 は、斜めの地上走行路 11 を介して滑走路を離れる。

【 0 0 1 5 】

その後、航空機は、滑走路 10 に平行な主要地上走行路 12 を走行する。前記地上走行路 12 の終点で、パイロットは、航空機 1 を制動し、航空機操舵制御を使用して、90 度右にゆっくり旋回する。最終的に、航空機は、歩行速度で終点 14 に到着し、パイロットは、終点近くに航空機を停止させる。

【 0 0 1 6 】

図 2 は、経路 3 の第 1 の部分に沿う動きの上記のシーケンスに相当する制動（ブレーキ作動）オペレーション（運転）のシーケンス F 1 ~ F 5 を示しており、制動シーケンスは、時間軸において長方形により表示される。各長方形の高さは、各制動オペレーションの強さに対応しており、その一方で各長方形の長さは、制動期間に対応する。各制動オペレーションにより消費されるエネルギーは、各長方形の面積に対応しており、この場合、全体の消費エネルギーは、長方形の全体の面積の合計に等しい。

【 0 0 1 7 】

その後、その間にブレーキが冷却される、所定の長さの停止時間 T の間の休止後に、航空機は、航空機が滑走路の出発点に到達することを可能にする、第 1 の経路の第 2 の部分に沿って再度移動し始める。上記で説明したように、航空機 1 は、経路のこの第 2 の部分に沿う動きのそのシーケンスの位置及び速度に対応するために、所定の数の制動オペレーションを実施することが必要である。

【 0 0 1 8 】

図 2 において、経路 3 の第 2 の部分に対応する制動シーケンス F 6 ~ F 10 が示される。

【 0 0 1 9 】

経路 3 の全体にわたる見積もられた制動シーケンスは、本例において、下記のデータを決定することを含む。

- ・実施される制動オペレーションの数
- ・制動期間
- ・各制動オペレーションにおいて消費されるエネルギー
- ・2 つの連続的な制動オペレーション間の間隔

【 0 0 2 0 】

この見積もりは、空港のトポロジー（地勢学）、特に、上り坂と下り坂の傾斜面、更に要求される時間、停止又は速度等の、空港において航空機が地上走行することにおける制約条件の全てを考慮することが好ましい。

【 0 0 2 1 】

上記データを使用する特定の実行において、見積もりは、もし航空機が実際に、動きの意図されたシーケンスで第 1 の経路 3 を進んだとすると、各ブレーキが到達するであろう、温度について実施される。

【 0 0 2 2 】

温度の変化する様子は、航空機のブレーキ（制動）コンピュータに組み込まれた熱モデルを実行することにより得られ、それ（熱モデル）は、種々の事前に見積もられた制動（ブレーキ作動）オペレーションを考慮する。これらのオペレーションの各々は、エネルギーを消費させ、それによりブレーキの摩擦要素の加熱に寄与する。ブレーキの温度は従って、この加熱により更には（熱）伝達による自然冷却により変化しがちである。

【 0 0 2 3 】

熱モデルは、特に、各ブレーキの摩擦要素の磨耗状態、従って該摩擦要素の厚みが与えられると、各ブレーキの温度が変化する様子を予測するように作用する。

【 0 0 2 4 】

10

20

30

40

50

第1の経路3に関して、長方形の形の図2に示される制動オペレーションは、ブレーキ温度における予測可能な変化をプロット(作図)することを可能にする(唯一のブレーキの温度 T が、より明確にするためにここでは示される)。この例において、問題のブレーキの温度 T は限界温度 T_{max} より下に留まることが分かる。

【0025】

例として、 T_{max} は、それより高いと航空機が離陸することが認可されない限界温度である。ここでは、温度 T_{max} には到達しないので、航空機は、滑走路の出発点に到着後、直ちに離陸可能である。

【0026】

従って、空港において航空機の転回移動(turn around)時間は、もし航空機が第1の経路3を進むならば、ブレーキの冷却に関する要求により引き延ばされないことが、本発明の方法により事前に確認される。

10

【0027】

温度 T_{max} はまた、それ以上で摩擦要素が高い速度で磨耗する状態に晒される、閾値 T_1 を意味しても良いので、摩擦要素を保護するために、限界温度 T_{max} への到達を回避することが好ましい。

【0028】

従って、摩擦要素が、唯普通の磨耗を生じる温度範囲以内に留まり、それにより摩擦要素の寿命を引き延ばすことに寄与することが、本発明の方法により事前に確認される。

【0029】

20

ここで、図1に示される第2の経路4を参照すると、第1の経路3と同じ滑走路の出発点から開始して、同じ終点で終了するので、航空機のブレーキコンピュータは、航空機に関する動きのシーケンスを見積もり、図3に示される制動(ブレーキ作動)シーケンスをそれから推定する。第2の経路2において、航空機は、第1の経路3によるものと比べて、滑走路10においてより厳しく制動するので、航空機が、斜めの地上走行路11から上流の斜めの地上走行路15を経由してより早く滑走路を離れることを可能にする。

【0030】

ブレーキシーケンス F_1', \dots, F_{11}' が一旦決定されると、ブレーキコンピュータはそれから、どのようにブレーキ温度が変化するかを推定する(唯1つの温度 T' がここではプロット(作図)される)。今度は、関係するブレーキの温度 T' が2つの場合において温度 T_{max} を超えることが分かる。

30

【0031】

第2の超過は、航空機が離陸を認可可能になる前に、航空機に、問題のブレーキの温度が限界温度より下に降下するのに十分長い、時間間隔 T' の間待機することを要求し、それにより空港における航空機の転回移動時間を増大する。

【0032】

第1の超過時間は、それ自体において、任意の待機時間を発生させないが、しかしそれは、ブレーキの摩擦要素を、それらが速く磨耗しやすくし且つ所望されない、温度範囲で作動する状態に導く。

【0033】

40

もしパイロットがオプション(選択権)を有するならば、第2の経路4の代わりに第1の経路3を選択することを直ちに可能にし、それによりパイロットが、空港における転回移動時間を最も短くすることを可能にし、その一方でやはり、ブレーキの摩擦要素を保護する。

【0034】

本発明の特定の形態に従い、ブレーキコンピュータにより使用される熱モデルは、限界温度 T_{max} がたぶん超過されることが検知される、第2の経路4等の経路の場合において、シミュレーション(模擬)がブレーキに強制的冷却を適用する効果に関して実施されるような状態で、設計されることが好ましい。強制的冷却は、航空機のブレーキに従来の状態で取り付けられる、冷却ファンを作動させることにより実施されるが、その場合、ファン

50

の作動は、パイロットによるか又は直接的にブレーキコンピュータにより制御される。

【0035】

ブレーキの温度に関する強制冷却の効果は、太い破線曲線により図3に示される。この例において、強制的冷却は、温度曲線を限界温度 T_{max} より低く戻すことを可能にするので、パイロットは今度は、ブレーキの摩擦要素の大きな磨耗に悩むことなく、必要な待機時間の範囲内で第2の経路4を進むオプションを有する。

【0036】

本発明のこれとは別の特定の形態に従い、限界温度 T_{max} が超過されることがありそうであると検知される、第2の経路4のような経路場合において、制動オペレーションの新規なシーケンスを導入することにより、検討中の経路に沿う動きの新規なシーケンスを生成するように、ブレーキコンピュータはプログラムされる。図4に示されるように、動きの新規なシーケンスは、航空機が滑走路10を素早く離れることを可能にする初期の制動を維持するが、しかしそれは、航空機がより高い速度で地上走行することを可能にするので、中間の制動オペレーションはそれほど厳しくない。停止前の最後の制動オペレーション(終点において又は滑走路の出発点においてのいずれか)だけは、幾分より厳しい。ブレーキ力のこの新規な配分は、ブレーキの温度 T を限界温度 T_{max} より低く保持可能にすることが分かる。

【0037】

本発明の更に別の特定の形態に従い、限界温度 T_{max} が超過されることがありそうであると検知される、第2の経路4等の経路の場合において、航空機のブレーキ間における制動オペレーションに関する複数の分布を模擬し、全てのブレーキの温度が最大温度 T_{max} より低く留まることを可能にする、配分を保持する一方で、経路に沿う動きのシーケンスの要求に当然に応じるように、ブレーキコンピュータはプログラムされる。

【0038】

従って、本発明に従う予測する制動オペレーションにより、ブレーキコンピュータは、経路を選択するため又は与えられた経路のために、複数の戦略を吟味することを可能にし、それは、経路に沿う動きの特定のシーケンスが選択されることを可能にして、ブレーキの摩擦要素の速い磨耗に導く、温度に達することを回避するか、さもなければ離陸前に滑走路の出発点で待機する任意の必要性を回避する。

【0039】

経路は、予め決定されて、データベースに組み込まれても良い。空港における1つの地点から別の地点への全ての可能な経路をリストアップ(表化)することか、あるいはそれらが、空港における航空機の動きの記録を使用して統計的に確立されることのいずれかにより、経路は決定されており、記録は、本明細書の導入部で記載された追跡手段により獲得される。

【0040】

その様な状況下で、各経路に沿う動きのシーケンスもまた、例えば統計的に事前決定可能であるので、航空機の重量及びブレーキの磨耗状況の知識を与えれば、制動及び摩擦要素の温度変動の予測は、容易に実施可能である。

【0041】

経路はまた、空港における交通量の関数としてリアルタイム(実時間)で確立可能である。ブレーキコンピュータはその後、経路に対する変更又は経路に沿う動きのシーケンスに対する変更の関数として、制動(ブレーキ)予測を最新化するように形成される。例として、空港制御部は、予測なしの停止を要求しても良く、それにより考慮されることが必要な追加の制動を要求する。

【0042】

本発明は、上記の記載に限定されないが、反対に、請求項により規定される範囲内にある任意の変形形態をカバーする。

【0043】

特には、本発明の方法は、航空機のブレーキコンピュータにより実施されると記載され

10

20

30

40

50

るが、本発明の方法が、例えば、空港管制塔に設置される、空港交通制御コンピュータにおいて実施可能である。本発明の方法は、空港に存在する全ての航空機に関して同時に実施可能であり、従って、空港にある全ての航空機に関して同時に制動（ブレーキ）条件を最適化することを可能にする。変形形態において、経路及びこれらの経路に沿う動きのシーケンスは、空港交通制御コンピュータにより決定可能である一方で、航空機ブレーキコンピュータは単独で、制動オペレーションを予測するように稼働し、経路及び動きのシーケンスは、交通制御コンピュータにより強制される。そのような状況下で、ブレーキコンピュータは、航空機の種々のブレーキ間のブレーキ力を分配するように形成されて、ブレーキの摩擦要素の温度が出来る限り長い期間で、摩擦要素が加速度的状態で磨耗する温度範囲の外側に留まることを確保することが好ましい。

10

【0044】

更に、制動（ブレーキ作動）に関する情報が、ブレーキの摩擦要素の磨耗又は空港における航空機の転回移動時間等の条件を最適化するために使用されると記載されるが、情報はまた、例えば、搭乗者をより良好な居心地にするために、ブレーキを作動させる回数を制限することのため、あるいは着陸歯車又は航空機の構造への疲労応力を制限するための、別の条件を最適化するために使用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】図1は、空港における航空機のための2つの可能な経路を示す、空港の簡略図である。

20

【図2】図2は、航空機が第1の経路を進んだ場合の航空機のブレーキの平均温度及び制動（ブレーキ作動）を示す、時間の関数としてグラフである。

【図3】図3は、図2のグラフと同様なグラフであるが、第2の経路に関するグラフである。

【図4】図4は、第2の経路に沿う動きの変形シーケンスに関する図2のグラフと同様なグラフである。

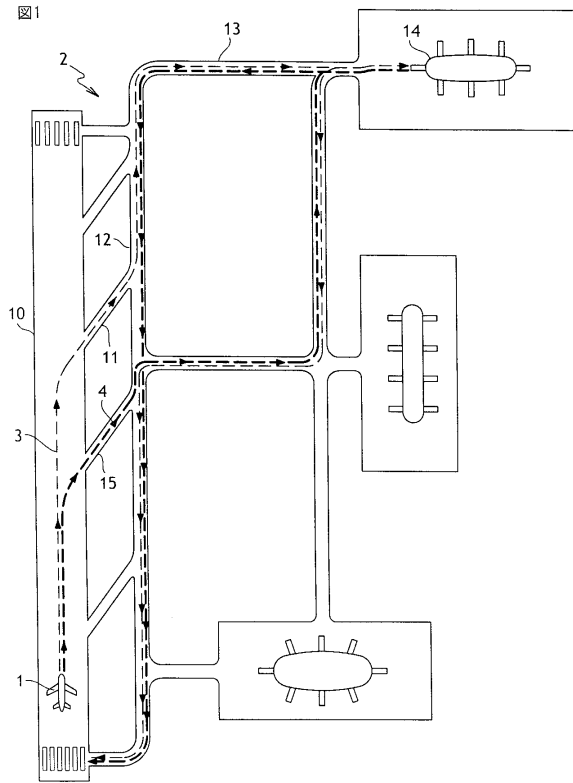
【符号の説明】

【0046】

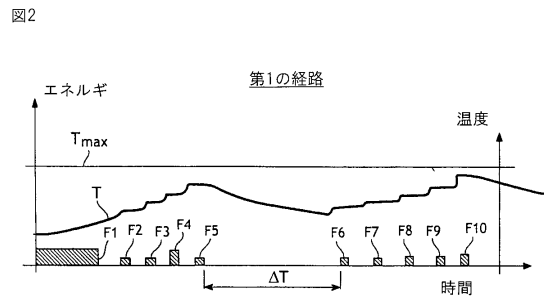
- 1 航空機
- 2 空港
- 3 第1の経路
- 4 第2の経路
- 10 滑走路
- 11 斜めの地上走行路
- 12 主要地上走行路
- 14 終点
- 15 斜めの地上走行路

30

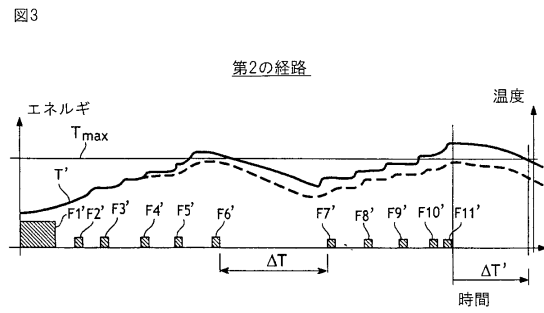
【図1】



【図2】

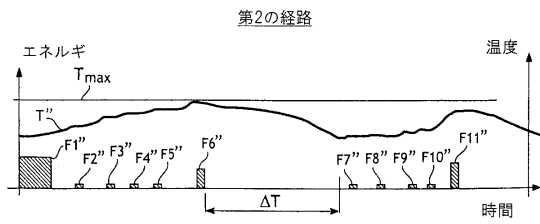


【図3】



【図4】

図4



フロントページの続き

- (72)発明者 ステファヌ デラック
フランス国, 3 1 1 7 0 トウルヌフィーユ, リュ ガストン ドゥメルグ 2 2
- (72)発明者 アルノー ジャケー
フランス国, 9 2 1 4 0 クラマルル, アブニユ ジャン ジョレ 2 9
- (72)発明者 アントワヌ エステバン
フランス国, 9 4 2 5 0 ジェンティリー, リュ シャルル フレロ 6 7

審査官 岸 智章

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2005/0171654 (US, A1)
特表2008-506926 (JP, A)
特表2004-505838 (JP, A)
特表平10-508550 (JP, A)
米国特許出願公開第2006/0065779 (US, A1)
特表2008-543658 (JP, A)
米国特許第05047942 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 4 C 2 5 / 4 2 - 2 5 / 4 8
B 6 4 F 1 / 3 6
G 0 8 G 5 / 0 6