

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7572348号
(P7572348)

(45)発行日 令和6年10月23日(2024.10.23)

(24)登録日 令和6年10月15日(2024.10.15)

(51)国際特許分類		F I	
B 6 0 W	30/02 (2012.01)	B 6 0 W	30/02
B 6 0 W	50/08 (2020.01)	B 6 0 W	50/08
B 6 0 W	50/06 (2006.01)	B 6 0 W	50/06
B 6 0 W	40/06 (2012.01)	B 6 0 W	40/06
B 6 0 W	10/184 (2012.01)	B 6 0 W	10/184

請求項の数 17 (全15頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2021-500301(P2021-500301)	(73)特許権者	520117086
(86)(22)出願日	令和1年7月4日(2019.7.4)		イーグル エアロスペース, リミテッド
(65)公表番号	特表2021-524416(P2021-524416 A)		EAGLE AEROSPACE, LTD.
(43)公表日	令和3年9月13日(2021.9.13)		カナダ国 オンタリオ キャンベルフォード
(86)国際出願番号	PCT/CA2019/050927		トレント ドライブ 10
(87)国際公開番号	WO2020/006641		10 Trent Drive, Campbellford, Ontario
(87)国際公開日	令和2年1月9日(2020.1.9)		K0L 1L0, Canada
審査請求日	令和4年7月1日(2022.7.1)	(74)代理人	100114890
(31)優先権主張番号	62/694,719		弁理士 アインゼル・フェリックス=ラインハルト
(32)優先日	平成30年7月6日(2018.7.6)	(74)代理人	100098501
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		弁理士 森田 拓
		(74)代理人	100116403

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 適応型制動および方向制御システム (A B A D C S)

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

汚染された、柔軟な、または柔軟でない路面で動作する車両の制動および方向制御を制御および最適化する方法であって、前記方法が、

前記汚染された、柔軟な、または柔軟でない路面の条件を示すデータを、複数のセンサから収集するステップと、

前記データを処理するように構成されたアルゴリズムを有するニューラル制御装置に前記データを送信するステップであって、前記アルゴリズムは、

前記車両の最適な制動および方向制御の指示を決定することと、

前記計算された最適な制動および方向制御の指示に基づいて警報および警告を形成することと、

前記最適な制動および方向制御の指示を前記車両の制動および操舵システムに送信し、前記警報および警告を前記車両の警告および警報システムに送信することと、

を含む、ステップと、

前記ニューラル制御装置によって提供される前記最適な制動および方向制御の指示にしたがって、前記制動および操舵システムの操舵および方向制御を調整するステップと、

前記ニューラル制御装置によって提供される前記最適な制動および操舵指示を超えて制動または操舵を増大させるために、ユーザから前記車両の前記制動および操舵システムに命令を送信し、前記車両の減速度値がブレーキ圧および/または車輪速度の調節の特定の範囲内で最も高い値を維持している限り、前記ニューラル制御装置によって提供される前記

10

20

最適な制動および操舵指示を超えて制動または操舵を増大するステップと、
を含む、方法。

【請求項 2】

警報および警告を形成する前記ステップの後に、半自律型または完全自律型制動システムに対するアーミング信号を形成し、車両が制動および/または方向制御される必要がある場合にも依然として存在しうるリアルタイム条件に基づいて、前記制動および操舵システムをプリアーミングするステップを含む、請求項 1 記載の車両の制動および方向制御を制御および最適化する方法。

【請求項 3】

前記ユーザは、人間、コンピュータおよび自律型機械コンピュータのうちの少なくとも 1 つである、請求項 2 記載の車両の制動および方向制御を制御および最適化する方法。

10

【請求項 4】

前記ニューラル制御装置は、前記汚染された、柔軟な、または柔軟でない路面を検出する前に作動される、請求項 1 記載の車両の制動および方向制御を制御および最適化する方法。

【請求項 5】

前記車両は、マニュアル車両、半自律型車両および自律型車両のうちのいずれかである、請求項 4 記載の車両の制動および方向制御を制御および最適化する方法。

【請求項 6】

前記ニューラル制御装置は、前記汚染された、柔軟な、または柔軟でない路面の前記条件を繰り返し監視し、更新された制動および方向制御の指示を前記車両の前記制動および操舵システムに送信するように構成されている、請求項 4 記載の車両の制動および方向制御を制御および最適化する方法。

20

【請求項 7】

前記ニューラル制御装置は、前記汚染された、柔軟な、または柔軟でない路面の前記条件を繰り返し監視し、更新された制動および方向制御の指示を前記車両の前記制動および操舵システムに送信するように構成されており、前記半自律型および完全自律型制動システムのアルゴリズムによるプリアーミングは、リアルタイム条件に基づいてリアルタイムに適応化可能である、請求項 4 記載の車両の制動および方向制御を制御および最適化する方法。

30

【請求項 8】

前記ニューラル制御装置は、他の車両の複数のニューラル制御装置を含むネットワークの一部であり、前記ニューラル制御装置は、汚染された、または柔軟でない路面に関するデータを中継するために、前記複数のニューラル制御装置と通信する、請求項 1 記載の車両の制動および方向制御を制御および最適化する方法。

【請求項 9】

前記ニューラル制御装置は、前記車両の前記制動および操舵システムに送信される前記制動および方向制御の指示を調整するために、前記複数のニューラル制御装置のためのデータを使用するように構成されている、請求項 8 記載の車両の制動および方向制御を制御および最適化する方法。

40

【請求項 10】

前記ニューラル制御装置は、他の車両の複数のニューラル制御装置を含むネットワークの一部であり、前記ニューラル制御装置は、汚染された、または柔軟でない路面に関する警告および警報を中継するために、前記複数のニューラル制御装置と通信する、請求項 1 記載の車両の制動および方向制御を制御および最適化する方法。

【請求項 11】

最大制動力は、前記車両のタイヤまたは他の要素に許容不能な損傷を引き起こすレベルを超えることができない、請求項 1 記載の車両の制動および方向制御を制御および最適化する方法。

【請求項 12】

50

前記ニューラル制御装置は、タイヤ故障のリスクを低減するために、前記最適な制動および方向制御の指示を調整するように構成されている、請求項 1.1 記載の車両の制動および方向制御を制御および最適化する方法。

【請求項 1.3】

前記車両は、航空機である、請求項 1.1 記載の車両の制動および方向制御を制御および最適化する方法。

【請求項 1.4】

前記複数のセンサからデータを収集するステップをさらに含み、前記データは、前記車両の空気力学の状態を示す、請求項 1 記載の車両の制動および方向制御を制御および最適化する方法。

10

【請求項 1.5】

車両の制動および方向制御を制御および最適化するための装置であって、前記装置が、汚染された、柔軟な、または柔軟でない路面の条件を決定するように構成された複数のセンサと、

警告および警報システムと、

前記車両の制動および操舵システムと、

制御装置と、

を備え、

前記制御装置が、

前記汚染された、柔軟な、または柔軟でない路面の前記条件を示すデータを、前記複数のセンサから収集し、

20

前記データを処理するように構成されたアルゴリズムを有するニューラル制御装置に前記データを送信し、前記アルゴリズムは、

前記車両の最適な制動および方向制御の指示を決定するステップと、

計算された前記最適な制動および方向制御の指示に基づいて警報および警告を形成するステップと、

前記最適な制動および方向制御の指示を前記車両の前記制動および操舵システムに送信し、前記警報および警告を前記車両の警告および警報システムに送信するステップと、を含み、さらに

前記ニューラル制御装置によって提供される前記最適な制動および方向制御の指示にしたがって、前記制動および操舵システムの前記操舵および方向制御を調整し、前記ニューラル制御装置によって提供される前記最適な制動および操舵指示を超えて制動または操舵を増大させるために、ユーザから前記車両の前記制動および操舵システムに命令を送信し、前記車両の減速度値がブレーキ圧および/または車輪速度の調節の所定の範囲内で最も高い値を維持している限り、前記ニューラル制御装置によって提供される前記最適な制動および操舵指示を超えて制動または操舵を増大する

30

ように構成されている、

装置。

【請求項 1.6】

前記車両は、航空機である、請求項 1.5 記載の車両の制動および方向制御を制御および最適化するための装置。

40

【請求項 1.7】

前記アルゴリズムは、警報および警告を形成するステップと、半自律型または完全自律型制動システムに対するアーミング信号を形成し、車両が制動および/または方向制御される必要がある場合にも依然として存在しうるリアルタイム条件に基づいて、前記制動および操舵システムをプリアーミングするステップと、を含む、請求項 1.5 記載の車両の制動および方向制御を制御および最適化するための装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

関連出願の相互参照

本出願は、2018年7月6日付にて出願された米国仮特許出願第62/694719号の利益を主張し、その開示は参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。

【0002】

本開示は、概して、車両(vehicle)の制動および方向制御システムに関し、より詳細には、車両の制動応答および操舵応答を最適化するように設計されたシステムに関する。

【0003】

発明の背景

以下、「車両」なる語は、自動車、トラック、航空機、軍用車両、業務用車両、レクリエーション用車両などを含むがこれらに限定されない、車輪ブレーキを用いて停止する車両を指すために使用する。現在の車両の制動および方向制御システムは、路面の汚染物質（例えば、雨、雪、砂利など）の種類を認識するための、または車両が走行している路面の種類を認識するための、センサからの入力または他の入力を有していない。このため、このような制御システムは、こうした種々の条件に対してその性能を調整したり最適化したりすることができない。

【0004】

現在のアンチロックブレーキシステム(ABS)およびアンチスキッドブレーキシステム(ASBS)は、車輪のロック、横滑り、急激な減速、および/または特定のスリップ比を超えた減速を防止する。スリップ比は、車両の対地速度、または車両の他の車輪との比較として測定される。

【0005】

これらのシステムは、リニアマニュアル式、アナログ式、機械式、油圧式、電気式、電子式、デジタル式(フライ・バイ・ワイヤ、ステア・バイ・ワイヤ)、またはハイブリッドシステムでありうる。これらのシステムでは、人間またはコンピュータが(例えば、自律型動作中に)、手、足、電子制御またはコンピュータ制御に基づいて、車両の操舵を制御する。これらの制御は、車輪および/またはラダーを回転させて、車両の重心(「COG」)を中心としたヨーイングまたは横旋回を入力する。前述の操舵入力に対する車両の応答は、安定制御システムによって補助されていることもある。

【0006】

これらのシステムの1つの欠点は、乾いた舗装路面で機能するように最適化されていることである。これらのシステムで利用されている動作アルゴリズムは、乾いた舗装路面または硬く柔軟でない路面での閾値制動に対して低い値のスリップ比、通常は約10~20%の範囲のスリップ比を維持しようとする。タイヤの中には、異なる種類の路面で性能を最適化するように設計および製造されているもの(例えば、スノータイヤのサイブおよび溝)もあるが、現在の制動システムは、車両が乾いた舗装路面または他の路面であるかにかかわらず、同じ制御方式を使用している。しかし、車両の応答は、路面の条件および路面の種類に基づいて変化する。

【0007】

現在のシステムの他の欠点の1つは、車両の様々な制御システムが、多くの場合、車両の同じシステムを操作するにもかかわらず、互いに独立して動作する傾向があることである。例えば、ABS車両およびASBS航空機は、雪で汚染された舗装路面では、多くの場合、迅速には減速しない。その結果、ABSおよびASBSが車両タイヤのビスコスハイドロプレーニングを引き起こしたりまたは許容したりするので、車輪やラダーの操舵が運転者からの制御入力に迅速に応答しないおそれがある。

【0008】

本出願は、車両が走行する路面の条件を考慮しながら、車両の制動能力および操舵能力を最適化するシステムを提供する。

【0009】

発明の概要

地上および航空機用の適応型制動および方向制御システム(ABADCS)が提供され

10

20

30

40

50

ており、当該システムは、速度、最適なもしくは適応化された舗装路面での制動および/または操舵のトラクション、ならびに A B A D C S を装備した車両の変化する速度、およびその結果として生じる固定インフラストラクチャ (G I S) および移動障害物 (他の車両など) との現時点での相互作用、を含むがこれらに限定されない、車両の現在の動作条件を記述する、利用可能な全ての現在のデータソースおよび予想される未来のデータソースについての複数のセンサおよびデジタルデータ接続/入力部と、人工知能を可能にした適応型制動サブシステムを含む適応型制御処理システムであって、汚染されたもしくは清浄でない、乾いていない、トラクションが低い舗装路面上のタイヤによって提供されるよりも大きな制動または操舵が運転者によって要求された場合に作動され、複数のセンサからのデータを使用して最適条件での制動および操舵行為を決定し、ここで、最適条件が、最大の制動力と、最大の操舵力と、最も蓋然性の高い障害物および危険の回避経路とが交わる最も安全な点として定義される、適応型制御処理システムと、汚染された運転条件において運転者の状況認識を改善する触覚的、聴覚的および視覚的な警報、警告ならびにフィードバック法のセットを含む、ユーザフィードバックシステムと、を含む。

10

【 0 0 1 0 】

上述の車両では、運転者がリアルタイムの動作条件を認識していないかまたは無視している状態で動作することがある。 A B A D C S は、聴覚および/または視覚および/または触覚を介して、車両の安全動作に悪影響を及ぼす動作条件の存在を運転者に警告可能とすることを意図している。 A B A D C S は、 A B A D C S による車両の安全動作の補助を阻止した状態で運転者が車両を動作させることを可能にしようすることを意図している。例えば、運転者は、単に速度が高すぎて、必要な距離で車両を停止させたりまたは障害物の周辺を安全に操舵したりできないことがある。制動および/または方向制御の達成において A B A D C S が運転者を補助できない事例においては、 A B A D C S は、運転者によって操舵が要求された場合にはケイデンス制動を行い、運転者によって操舵が要求されなかった場合 (方向制御の不足 (例 アンダーステア) または方向制御の回復 (例 「フィッシュテリング」またはオーバーステア)) にはアナログ制動を行うことをデフォルトにするように構成可能である。

20

【 0 0 1 1 】

汚染された (contaminated)、柔軟な (compliant)、または柔軟でない (non-compliant) 路面で動作する車両の制動および方向制御を制御および最適化する方法を提供する。当該方法は、汚染された、柔軟な、または柔軟でない路面の条件を示すデータを、複数のセンサから収集するステップと、データを処理するように構成されたアルゴリズムを有するニューラル制御装置にデータを送信するステップと、を含む。当該アルゴリズムは、車両の最適な制動および方向制御の指示を決定することと、計算された最適な制動および方向制御の指示に基づいて、警報および警告を形成することと、最適な制動および方向制御の指示を車両の制動および操舵システムに送信し、警報および警告を車両の警告および警報システムに送信することと、を含む。当該方法は、ニューラル制御装置によって提供される最適な制動および方向制御の指示にしたがって、制動および操舵システムの操舵および方向制御を調整すること、をさらに含む。

30

【 0 0 1 2 】

前述の方法において、警報および警告を形成するステップの後に、半自律型または完全自律型制動システムに対するアーミング信号 (arming signal) を形成し、車両が制動および/または方向制御される必要がある場合にも依然として存在しうるリアルタイム条件に基づいて、制動および操舵システムをプリアーミングする (pre-arm) ステップを設けることができることが考えられる。

40

【 0 0 1 3 】

また、方法が、ニューラル制御装置によって提供される最適な制動および操舵指示を超えて制動または操舵を増大させるために、ユーザから車両の制動および操舵システムに命令を送信するステップを含みうることも考えられる。

【 0 0 1 4 】

50

前述の方法において、ユーザは、人間、コンピュータ、および自律型機械コンピュータのうちの少なくとも1つでありうることが考えられる。

【0015】

また、ニューラル制御装置は、汚染された、柔軟な、または柔軟でない路面を検出する前に作動可能であることが考えられる。

【0016】

また、車両は、マニュアル車両、半自律型車両、および自律型車両のいずれかであってよいことが考えられる。

【0017】

前述の方法において、ニューラル制御装置は、汚染された、柔軟な、または柔軟でない路面の条件を繰り返し監視し、更新された制動および方向制御の指示を車両の制動および操舵システムに送信するように構成可能である。

10

【0018】

前述の方法において、ニューラル制御装置は、汚染された、柔軟な、または柔軟でない路面の条件を繰り返し監視し、更新された制動および方向制御の指示を車両の制動および操舵システムに送信するように構成可能であり、半自律型および完全自律型制動システムのアルゴリズムプリアーミングは、リアルタイム条件に基づいてリアルタイムに適応化可能である。

【0019】

また、ニューラル制御装置は、他の車両の複数のニューラル制御装置を含むネットワークの一部であってよいことが考えられる。このようなネットワークでは、ニューラル制御装置は、汚染された、または柔軟でない路面に関するデータを中継するために、複数のニューラル制御装置と通信することができる。

20

【0020】

ニューラル制御装置は、車両の制動および操舵システムに送信される制動および方向制御の指示を調整するために、複数のニューラル制御装置のデータを使用するように構成可能であることがさらに考えられる。

【0021】

前述の方法において、ニューラル制御装置は、他の車両の複数のニューラル制御装置を含むネットワークの一部であってよい。このようなネットワークでは、ニューラル制御装置は、汚染された、または柔軟でない路面に関する警告および警報を中継するために、複数のニューラル制御装置と通信することができる。

30

【0022】

前述の方法において、最大制動力は、車両のタイヤまたは他の要素に許容不能な損傷を引き起こすレベルを超えることはできない。

【0023】

ニューラル制御装置は、タイヤ故障のリスクを低減するために、最適な制動および方向制御の指示を調整するように構成可能であることがさらに考えられる。

【0024】

前述の方法において、車両は、航空機とすることができる。

40

【0025】

また、本発明は、車両の制動および方向制御を制御および最適化するための装置も提供することができる。当該装置は、汚染された、柔軟な、または柔軟でない路面の条件を判定するように構成された複数のセンサと、警告および警報システムと、車両の制動および操舵システムと、制御装置と、を含みうる。当該制御装置は、汚染された、柔軟な、または柔軟でない路面の条件を示すデータを複数のセンサから収集し、データを処理するように構成されたアルゴリズムを有するニューラル制御装置にデータを送信するように構成可能である。当該アルゴリズムは、車両の最適な制動および方向制御の指示を決定することと、計算された最適な制動および方向制御の指示に基づいて警報および警告を形成することと、最適な制動および方向制御の指示を車両の制動および操舵システムに送信し、警報

50

および警告を車両の警告および警報システムに送信することと、を含むことができる。当該制御装置は、ニューラル制御装置によって提供される最適な制動および方向制御の指示にしたがって、制動および操舵システムの操舵および方向制御を調整するようにさらに構成可能である。

【0026】

前述の装置では、車両は、航空機とすることができる。

【0027】

前述の装置では、アルゴリズムは、警報および警告を形成するステップと、半自律型または完全自律型制動システムに対するアーミング信号を形成し、車両が制動および/または方向制御される必要がある場合にも依然として存在しうるリアルタイム条件に基づいて、制動および操舵システムをプリアーミングするステップと、を含むことができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明による車両の適応型制動および方向制御システムを示すフローチャートである。

【図2】図1に示した制御システムのためのニューラル制御装置を示すフローチャートである。

【図3】図2に示したニューラル制御装置のためのニューラルモデルを示すフローチャートである。

【0029】

20

例示的な実施形態の説明

ここで図面を参照すると、図1は、本発明による車両用適応型制動および方向制御システム(ABADC S)の動作ステップを示すフローチャートである。当該システムは一般に、監視ステップによって開始され、この監視ステップでは、複数のセンサ10A~10D(図2を参照)によって提供される信号がニューラル制御装置(図2を参照)20によって監視される。

【0030】

図2を参照すると、複数のセンサは、位置センサ10A、非車両センサ10B、路面センサ10C、および動的車両センサ10Dを含むことができる。位置センサ10Aは、リアルタイムの位置データ、例えば、車両の緯度、経度、高度などを提供するように構成可能である。このような位置センサ10Aは、(例えば、全地球測位システム(GPS)からの)車両の3次元位置を示す信号などを提供するように構成可能である。

30

【0031】

非車両センサ10Bは、運転者からの入力、気象条件、および環境内の障害物を示す信号を提供するように構成可能である。非車両センサ10Bは、RWIS(残留砂、研磨剤、化学物質などに関する情報を提供する道路気象情報システム)、3次元インフラストラクチャ入力(高度、斜面など)、ならびに自律型車両およびそのセンサ(LIDAR、レーダー、GPS/GIS、標識部、および危険通知部など)から時間の経過につれてより多く利用可能となる他のデータを利用できる。他のデータは、様々な通信手段を介して、ローカルエリアおよび車車間ネットワーク、インターネット、または産業用のモノのインターネットを介して提供可能であることが考えられる。特に、車両センサは、ブレーキペダルの位置、ステアリングホイールの位置、ステアリングホイールに加えられる回転力の量、ブレーキペダルに加えられる圧力、ステアリングホイールの入力を示す信号を提供できる。

40

【0032】

路面センサ10Cは、車両が走行する路面の条件、および路面の汚染物質の存在および/または状況を示す信号を提供するように構成可能である。特に、路面センサ10Cは、路面温度、周囲温度、路面摩擦、汚染物質の引きずり抵抗および転がり抵抗を示す信号を提供するように構成可能である。

【0033】

50

動的車両センサ 10D は、例えば、これらに限定されないが、車両速度、車輪速度、タイヤ角速度、タイヤ角加速度、慣性測定値、車両速度、制動有効性、横方向の速度および加速度、長手方向の速度および加速度、垂直方向の速度および加速度、車軸の横方向力、車輪の横方向力、ブレーキ圧、車輪制動トルク、車両の車輪にかかる重量、タイヤ圧、横方向のタイヤ力、長手方向のタイヤ力、垂直方向のタイヤ力、車両に取り付けられている装置の有無および説明、車両のヨー、ピッチおよびロール、車両の静的重心または動的重心などの、車両の様々な動的な動きを示す信号を提供するように構成可能である。

【0034】

情報をニューラル制御装置 20 に提供する、前述の明示的に言及したセンサ 10A ~ 10D のほか、衝突防止システムに限定されない他の車両システムが、ニューラル制御装置に情報を提供可能であることも考えられる。

10

【0035】

ニューラル制御装置 20 はまた、車両の運転者の命令を示す信号を受信するように構成可能である。これらの信号は、上で詳細に論じた車両センサおよび非車両センサ 10B によって提供される情報への追加または当該情報の複写であってよい。ニューラル制御装置 20 は、収集された情報に基づいて、車両が走行している路面の汚染の有無を決定するようにプログラム可能である。汚染が存在しない場合、運転者からの入力、車両の制動システム 30 および操舵システム 40 に直接に渡される。

【0036】

図 1 を再度参照すると、前述のセンサからの信号がニューラル制御装置 20 によって監視される。ニューラル制御装置 20 は、これらの信号に基づいて、A B A D C S を作動させるかどうかを決定するようにプログラムされている。特に、A B A D C S は、以下の条件、すなわち、1) 路面条件が、路面の汚染の存在を示す、2) 動的車両センサ 10D が、運転者からの入力に対する非公称応答を示す信号を提供する、3) 動的車両センサ 10D が、障害物の存在を示す、4) G I S データが、動的車両センサと組み合わされているときに、車両が衝突コースにあることを示す、または 5) 他のいずれかのセンサデータが、車両の制御の喪失または正しい公称応答を示す、のうち 1 つまたは複数が生じたと判断された場合に作動される。前述の条件のいずれも生じなければ、A B A D C S は作動されないままであるが、ニューラル制御装置 20 はデータを監視し続ける。図 1 に示しているように、A B A D C S がバイパスされると、車両への制動出力および操舵出力は変更されず、車両の制動および操舵システム 30, 40 はさらなる変更なしに動作する。

20

30

【0037】

しかし、A B A D C S が作動されるべきであることをニューラル制御装置 20 が判定すると、ニューラル制御装置 20 は、時間の関数としての最適な制動 $brake(t)$ 50 と、時間の関数としての最適な操舵 $steering(t)$ 60 とを計算する。A B A D C S はまた、A B A D C S が作動されることまたは作動していることを、様々なセンサフィードバック、例えば、ライト、振動、音声などを介して運転者に警告可能であることが考えられる。

【0038】

図 2 を参照すると、ニューラル制御装置 20 は、前述のセンサデータを入力として受け取り、検出された路面条件、およびユーザが入力した操舵命令および制動命令に対する、最適な制動応答および操舵応答を計算する。図 3 は、ニューラル制御装置 20 が、入力されたセンサデータを受け取り、時間の関数としての最適な制動出力および操舵出力をどのように決定するかを示す。ニューラル制御装置は、決定された制動および操舵命令に基づいて警告を変更し、および/または追加の警告を加えるように構成可能であることが考えられる。例えば、ニューラル制御装置 20 によって提供される初期的な警告は、単に A B A D C S が作動されていることを運転者に示すことができ、例えば、A B A D C S は、通常の加速のもとで、駆動輪の角速度が非駆動輪よりも著しく高い割合で増大しており、滑りやすい路面または汚染された路面が示されていることを監視および記録する。A B A D C S からの更新された警告によって、運転者からの操舵入力 80 および/または制動入力

40

50

90がA B A D C Sによって変更されていることをユーザに示すことができる。

【0039】

図1を参照すると、A B A D C Sの出力は、A B A D C Sの入力へ繰り返し戻されて使用され、A B A D C Sの制動および操舵出力をさらに最適化できる。計算された制動および操舵命令が所定の精度まで最適化されると、A B A D C Sは、最適な制動 $brake(t)$ 50と、最適な操舵 $steering(t)$ 60と、警告/警報とを、車両の適切なシステムに出力することができる。

【0040】

図1を参照すると、最適な制動 $brake(t)$ 50と、最適な(デジタルの場合のみ)操舵 $steering(t)$ 60とが、車両の制動および操舵システム30,40に入力されている。車両の制動および操舵システム30,40からの出力は、上で詳細に記述したセンサデータと共に、ニューラル制御装置20によってさらに評価され、当該組み合わせられた評価の出力が、ニューラル制御装置20のアルゴリズムを更新するために使用される。この点において、ニューラル制御装置20は、その動作を改善すべく、過去の状況から学習を行うように構成された一種の学習システムである。ニューラル制御装置20は、指定されたユーザ、例えば、ニューラル制御装置20のパラメータをニューラル制御装置によって計算されたように更新すべきか否かを決定するための適切な訓練および知識を有する制御装置技術者による、レビューおよび承認の後に、または自動的に、その制御パラメータを更新するように構成可能であることが考えられる。この点において、指定されたユーザは、ニューラル制御装置の不適切な変更を防止するための一種のゲートキーパとして行動する。

【0041】

前述の事柄に加えて、様々なA B A D C Sによって収集されるデータが収集され、外部データベース110に格納可能となることも考えられる。当該データは、オフラインで分析することができ、適切なときに、必要に応じて、全てのまたは選択されたA B A D C Sに対して更新することができる。

【0042】

本発明は、制動および操舵の両方に対する最適な摩擦スリップ値が、汚染されていない硬い路面の摩擦スリップ値と異なる汚染された路面の車両動作において、より良い制動および方向制御を提供できると考えられる。本発明は、停止距離を短縮し、車両の方向安定性および制御を改善できる。

【0043】

前述の事柄に加えて、現在のABSおよびASBSシステムは、方向制御による種々の路面に対する反応を能動的には統合または調整しない。むしろ、(タイヤによる)方向制御、および操舵および制動を同時に行っている間制動システムと共有されなければならないトラクション、または閾値(および/またはケイデンス)制動によって最適化可能な操舵トラクションは、低い摩擦度を有し、柔軟で容易に変形する汚染物質における、ABSもしくはASBSの制動の作動中に残ったものであって、多くの場合ゼロかこれに近いもの、または操舵行動を行っている媒体内または媒体上に現に存在するものとしての、受動的なトラクションである。当該操舵制御トラクション要求の例は、強めではあるが最大ではない制動として0.4gの制動トラクションが要求されうる、乾いたアスファルトでの操舵中の、航空機または乗用車の制動でありうるので、第1に、舗装路面とタイヤとが0.7gまたは0.8gのトラクションを発生させることができる場合、ABSシステムまたはASBSシステムが制動圧を周期的に調節する必要はなく、アンチスリップセンサは、ABS/ASBS信号がアンチロック弁またはアンチスキッド弁のそれぞれの作動を生じさせていれば、~10%または20%を超えるスリップ(または0.40gを超えるタイヤ減速)を認識しないため、利用可能状態にある操舵トラクションが、約0.3gを必要とする自動車に対し、時速50kmでの半径66メートルの旋回を可能とするはずである。第2の例は、湿った雪での「ビスコスハイドロプレーニング」状態にある、スノータイヤを装着した自動車の場合であり、ABSシステムは、柔軟な汚染物質を介してタイヤ

10

20

30

40

50

が雪の下で接触するであろう、よりトラクションの高い路面に対しては、タイヤを横滑りまたはスリップさせないが、タイヤが、柔軟で容易に変形する雪によって「非ABS」制動もしくは横滑りもしくはスリップした場合、雪を圧縮するタイヤは0.1gのトラクションしか生じさせず、自動車が減速するのに長い時間がかかるだけでなく、利用可能な横方向力のトラクションがきわめて小さくなり、制動が完全に解放されたとしても(0.107gを必要とする)時速30キロでの66メートルの旋回を克服することはできず、このことはまた、車両の減速およびより小さい半径またはより高い速度での同じ半径の旋回の克服を妨げる。

【0044】

したがって、現在のシステムの前述のような欠点に対処するシステムが求められている。

10

【0045】

ABSおよびASBSシステムは路面の汚染物質をセンシングせず、乾いた舗装路面上でと同様に汚染物質上でも動作するため、運転者が閾値制動および操舵を求める場合とは異なって、汚染物質上での反応を行う。例えば、湿った雪のような柔軟で変形する汚染物質を介して、下方のより高いトラクションを有する硬い路面にタイヤがスリップしたり横滑りしたりしない場合、運転者はケイデンス制動を行うことができず、ここで、非ABS制動システムは、自動車の運転者にブレーキをより高い圧力まで踏み込むことを許してしまい、結果として車輪減速度が高くなり、湿った雪を介して、下方のより高いトラクション路面に対してタイヤが横滑りまたはスリップする。汚染された柔軟な路面条件において、こうしたケイデンス制動は、制動が「オフ」の間、間隔によって、フィッシュテーリングまたはオーバーステアのような、要求されていない方向不安定性を修正する機会と、アンダーステアの低減を促進するような方向安定性の要求との両方を提供するので、より良い停止と方向制御との両方を提供することができる。なぜなら、車両が、より低速の旋回、またはより低い横方向力を必要とする旋回のいずれかを実行することができるからである。同様に、操舵のトラクションが高められ、任意の運転者が誘発させた車輪のニアロックアップまたは完全ロックアップの直前または直後に生じる最大トラクションスリップ値での、柔軟で変形する湿った雪の下方を享受することができる。

20

【0046】

ASBSを備えた航空機の高い対気速度および対地速度での、航空機の高速度方向制御は、殆どでなくともその大部分がラダーの気流を制御することによって行われるが、ここで、通常、制動機能を有さない前脚は、特に強い横風状況および低い対気速度および対地速度において、幾らかの方向制御および安定性を提供する。幾つかのケースでは、汚染された路面での動作の際に、航空機のASBSがより高い非ABSのスリップ値で利用可能なはずの車輪制動を獲得していない可能性がある場合、最大逆推進の上乗せ使用または延長使用による追加の制動が模索されうる。汚染された路面での車輪制動および方向制御に影響を与える幾つかの要因のうち、より劣悪な車輪制動条件によって、前脚に十分な重量が伝達されず、前脚への重量伝達の中心点である着陸脚車輪の制動車輪上に空気力学制動が生じるという事実から、上乗せまたは追加の空気力学航空機制動では、前脚の重量を小さくする傾向がある。汚染された路面での弱まった車輪制動が方向制御に影響を及ぼしうる理由の例としては、航空機が強い横風の中で湿った雪の上に着陸しようとしている状況が挙げられ、当該状況では、前脚に伝達される重量が小さく、車輪制動が劣悪となるので、前脚は方向制御に小さな影響しか与えない。なぜなら、柔軟でトラクションにより変形する雪の内部および上部をタイヤが走行しているからである。航空機乗務員が最大の空気力学的制動を要求すると、全てが着陸脚重量の伝達中心領域上で起こり、既に低いトラクションを獲得している前脚車輪セットから付加的な重量が除去され、一方で同時に逆推進がラダー気流を場合により消して、方向安定性がさらに低下し、平均してファースト・クラス・レバレッジとして説明できるような強い横風量が航空機の着陸脚の前方の航空機に衝撃を与える。これに対して、残留しているかまたは消えていない弱まった気流がラダーを通過すると、このことは、サード・クラス・レバレッジとして説明できるような航空機のC o Gのフロント部の方向制御に作用して、航空機のフロント部を強い横風の方向に移

30

40

50

動させる横風効果と、軌道から滑走路の側方への逸脱効果との両方に寄与し、これらは全て、制動システムが動作において路面条件を認識せずこれに反応しないことによって強まる。

【0047】

本発明は、センシングされた動的に変化する動作条件と、路面と、車輪制動および/または方向制御が命令されたときの車両ダイナミクス情報との全てに基づいて、車輪制動および方向制御を最適化するために、リアルタイムの動作条件および路面条件ならびに車両の制御および反応をセンシングし、センシングされた様々な条件においてそれぞれ異なってかつ適切に作用させることにより、車輪制動および方向制御を最適化する、制御システムを提供する。

10

【0048】

本発明は、種々の条件において以下のセンサを使用することができるが、これらに限定されるものではない。すなわち、車両速度および車輪角速度および加速センサ、慣性測定システム、GPSおよび他の3次元位置および速度およびロケーションセンサ、路面および周囲温度センサ、路面および舗装路面摩擦測定センサ、制動有効性センサ、横方向および長手方向および垂直方向の速度および加速度センサ、車軸および車輪の横方向力センサ、ブレーキペダルおよび操舵制御位置センサ、ステアリングホイール回転力センサ、汚染物質引きずり抵抗および転がり抵抗センサ、ブレーキペダル圧力センサ、ブレーキ圧力センサ、車輪制動トルクセンサ、車輪荷重センサ、操舵制御入力圧力センサ、タイヤ圧センサ、横方向および長手方向および垂直方向のタイヤ力センサ、地上車両、航空機、水上車両、地中車両、地下車両、付属装置、組み合わせ装置、トレーラおよびドローン、ヨーおよびピッチおよびロールセンサ、静的および動的重心センサまたはシステム、動的車両安定性センサ、動的運転者制御センサ、およびシステムフィードバックセンサに対する反応部、である。他の非車両センサおよび入力としては、運転者入力、気候、RWIS（残留砂、研磨剤および化学物質などを含む道路気象情報システム）3次元インフラストラクチャ入力（高度、斜面など）、および自律型車両およびそのセンサ（LIDAR、レーダー、GPS/GIS、標識、および危険通知など）から時間の経過につれてより多く利用可能となる他のデータ、ならびに様々な通信手段により、ローカルエリアネットワークおよび車車間ネットワーク、インターネット、または産業用のモノのインターネットを介して提供されうる他のデータ、が挙げられる。限定されるものではないが、衝突防止システムのような他のハイブリッド車内/車外車両システムも、ABDCSに入力を提供することができる。

20

30

【0049】

制動および/または方向制御が運転者によって要求される場合、本発明においては、制御モジュールが、センサデータ、アルゴリズムおよび/または利用可能なデータをポーリングおよび/または受容および/または問合せし、制御モデルアルゴリズムが、車両タイヤが動作している路面のより包括的な調査またはセンシングを可能にする制動および/または操舵システムに命令を出力し、同時に、車両が制御モデルからのリアルタイム出力命令にどのように応答しているかを調査またはセンシングする（図1を参照）。当該動作プロトコルの一例は、湿った雪の上で運転されている自動車の運転者制御による制動である。ペダル位置、ペダル圧、ブレーキ圧、車輪速度、車輪減速度の全てがセンサを使用してセンシングされ、センシングされた全ての情報は制御モジュールによって監視されている。制御モジュールは、自身で利用可能な多数のセンサデータにより、ブレーキ圧が増大した場合、タイヤスリップがより迅速に増大することをセンシング可能であるが、通常の乾いた硬い路面摩擦スリップレジームによっては、平均的な乾いた硬い路面で予測されるようには車両は減速せず、また、10~20%の「スイート」スポットの乾いた舗装路面摩擦スリップレジームでのタイヤスリップ率でブレーキが車両を減速させようとする場合のポイントまでブレーキ圧も増大しない。運転者がブレーキペダルをさらに踏み続け、つまりブレーキペダル圧を増大させると、制御部は、ブレーキペダルセンサ出力を運転者が制動をより求めているものと認識し、ブレーキ圧の増大を命令し、車輪の角速度の減速およ

40

50

び車両の減速を監視し、各車輪での最良のスリップ値およびブレーキ圧値を求めて最適な制動および方向制御を提供する。ブレーキ圧は、最も高い車両の減速度が記録された付近の特定の周波数で、場合により車輪制動トルクセンサ、または車両減速センサによって調節され、車両の減速度値がブレーキ圧および/または車輪速度の調節の特定の範囲内で最も高い値を維持している限り、車両が停止するまで、または運転者がブレーキペダル圧を下げるまで、または車両がフィッシュテールリング/オーバーステアのような制御されていない作為を生じるまで、またはアンダーステアのような制御されていない不作為を生じるまで、継続する。これらの制御されていない事象のいずれかが生じると、制御モジュールは、（92%の車輪スリップで最大の非ロックの車輪制動有効性が生じている、または汚染物質の著しい層が存在することを示す顕著な汚染物質による車輪引きずりが存在しているような）センシングされた路面条件と、車両がどのように制御にตอบสนองしているかを受け取りかつ受け取り続け、車両が要求されていないヨーまたは後輪でのトラクション喪失によるフィッシュテールリングを受けていること、前輪では車両のフロント部が依然として操舵入力によくตอบสนองしていること、後輪制動がアンチロックへ向かって、または完全な方向制御および/または車両制動および/または全体的な車両制御の測定および最適化を回復する最良の手段を決定するためにシステムがそれぞれを通してきわめて迅速に循環可能となるような車輪制動の増大へ向かって、制御されているはずであること、を判定する。つまり、運転者制御入力は、運転者が、操舵よりも制動をより求めているか、制動よりも操舵をより求めているか、または一般に、種々の状況におけるより全体的な車両制御を求めているかを示す。例として、衝突回避のために制動よりも操舵が望まれる場合（場合によりレーダーのような自律型車両センサシステムによって検出される）、ステアアラウンドソリューションが利用可能である場合、またはステアアラウンドによって回避できない衝突を回避または軽減するために操舵よりも制動がより望まれる場合、が挙げられる。

【0050】

本発明において、制御モジュールへのセンサ出力は、路面条件、例えば利用可能な低トラクション（つまり、センシングされた車輪角速度は迅速に減速しているが、車両は減速していない）、車両ダイナミクス、例えば車輪荷重および様々な車両加速、車両がどのように制御されているか（例えば、制動、操舵および様々な車両加速がどの程度要求されているか）、および要求された制御入力に対して車両がどのようにตอบสนองしているか、についての情報を提供する。

【0051】

本発明では、制御モジュールは、センシングされた情報を解釈および評価し、運転者（人間またはコンピュータオペレータ）が車両を制御しているやり方と直接に調和して車両がตอบสนองしている場合、車両の制動および方向制御システムが人間またはコンピュータによって制御されているやり方を変更しない。

【0052】

本発明では、制御モジュールは、センシングされた情報を解釈および評価し、運転者（人間またはコンピュータオペレータ）が車両を制御しているやり方と直接に調和して車両がตอบสนองしていない場合、車両の制動および方向制御システムを変更する。

【0053】

本発明では、必要に応じて、制御モジュールは、閾値制動および閾値操舵の最適化アルゴリズムにしたがって制動および方向制御の出力を提供する。

【0054】

本発明の一実施形態によれば、センサ出力データ、制御出力データ、ならびに任意の変化するセンサ出力データおよび制御出力データは、デジタル記憶媒体に格納され、一定の長さの時間にわたってダウンロード可能である。

【0055】

センサ出力データ、制御出力データ、ならびに任意の変化するセンサ出力データおよび制御出力データは、デジタル記憶媒体に格納され、上書きされるまでの一定の長さの時間にわたってダウンロード可能であり、必要に応じて分析、検査評価および/または利用を

10

20

30

40

50

行うことができる車両外の機械学習モジュールにダウンロード可能であることが考えられる。

【 0 0 5 6 】

また、センサ出力データ、制御出力データ、ならびに任意の変化するセンサ出力データおよび制御出力データは、デジタル記憶媒体に格納され、上書きされるまでの一定の長さの時間にわたってダウンロード可能であり、必要に応じて、分析、検査評価および/または利用を行うことができる車両外の機械学習モジュールにダウンロード可能であり、初期の閾値制動および閾値方向制御のアルゴリズムを変化させる、または変化させることができる車両内または車両外の機械学習/人工知能および教育モジュールでの処理に利用可能であることが考えられる。

10

【 0 0 5 7 】

本発明の一実施形態では、センサデータは、現在の、または適切に変更された電子トラクションおよび安定性制御システムに統合可能である。

【 0 0 5 8 】

本発明の別の実施形態では、センサデータは、センシングされた現在の路面条件および車両ダイナミクスにおいて、タイヤが最大の制動および方向制御のトラクションを獲得することを補助するために、本発明によって利用可能となるトラクションを最適化する、適切な電子トラクション制御および電子的安定性制御の閾値制動および方向制御システムに統合可能である。

【 0 0 5 9 】

本発明の別の実施形態では、聴覚、視覚、触覚、および「可読」デジタルのフィードバックが、それぞれ人間またはコンピュータオペレータに提供可能であり、これにより、状態フィードバック、例えば要求された制御と比較して形成される制御量が提供される。当該フィードバックは、人間または(機械学習を介した)コンピュータオペレータに対し、観察条件において車両がどのように動作し制御されているかを周知させるために使用可能であり、汚染された路面条件でのいっそう初期的かつ継続的な意味合いの制御がもたらされる。

20

【 0 0 6 0 】

本発明の別の実施形態では、車両は、車載センサからのデータ、例えばドライブライントルクまたは車輪速度と車両速度との比較をセンシングおよび使用して、低トラクション条件の存在をリアルタイムで判定することができ(またシステムは、車両が電子トラクション制御(ETC)システムを有効化している場合、または同様にシステムがトリガされている場合にこれを瞬間的に中断することによって、これを行うことができ)、ETCまたはこれと同等のものが提供しているよりも多くのトラクションおよび加速が利用可能であるかどうかを監視し、この場合、車両が低トラクション路面を走行している可能性があるとの警告による運転者への警報と、当該条件が存在する可能性があることのA B A D C Sへの通知との両方を行い、例えばGISおよび/またはレーダーを使用して、それぞれ、車両が既存の走行コースを維持すると衝突の蓋然性が高い場合に、車両が停止標識および別の車両のような障害物に接近していることを、こうした状況が存在するとの警報によって可能な限り早期に運転者に通知し、運転者が十分に早期にブレーキを適用しない場合、または衝突を防止できるかまたは認識されている条件において要求される距離内で停止できる十分な強さでブレーキを適用しない場合に、A B A D C Sを有効化および/または最適化して、リスクまたは被害を最小限にする。

30

40

【 0 0 6 1 】

車輪速度センサ、ブレーキ圧センサ、車軸制動力センサ、航空機減速センサからのデータは、本発明の制御モジュールおよび航空機イテレーション部に入力可能であり、大域的な(対ホイールおよびタイヤ)航空機制動および大域的な航空機減速が制限されて、タイヤの損傷または故障が防止されることがさらに考えられる。

【 0 0 6 2 】

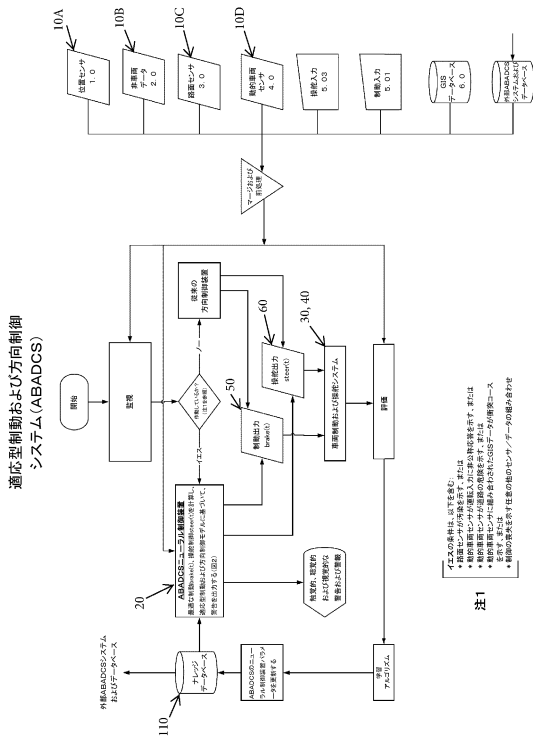
本発明を上述の例示的な実施形態を参照して説明した。本明細書を読解した人には、修

50

正および変更が得られるであろう。本発明の1つまたは複数の態様を組み込んだ例示的な実施形態は、当該実施形態が添付の特許請求の範囲およびその等価物の範囲に該当する限りにおいて、全てのこうした修正および変更を含むことが意図されている。

【図面】

【図1】



注1

1. 本発明の制御装置は、学習装置を含む。

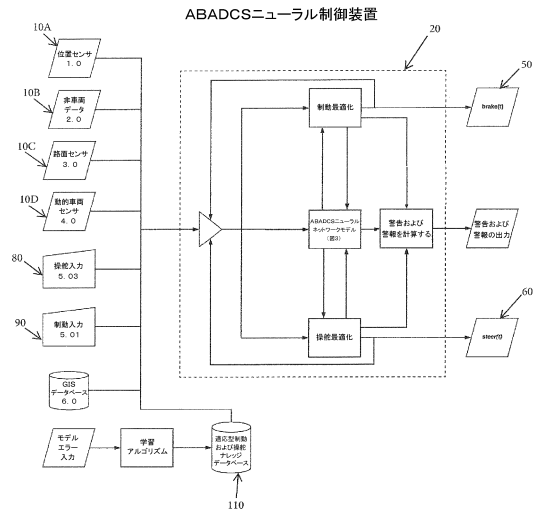
2. 学習装置は、ABADCSニューラルネットワークの各層のニューロンに、学習データに基づいて学習させる。

3. 学習装置は、ABADCSニューラルネットワークの各層のニューロンに、学習データに基づいて学習させる。

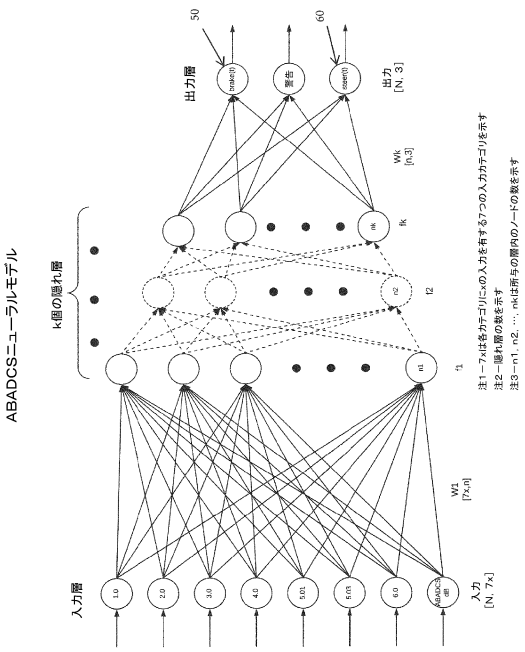
4. 学習装置は、ABADCSニューラルネットワークの各層のニューロンに、学習データに基づいて学習させる。

5. 学習装置は、ABADCSニューラルネットワークの各層のニューロンに、学習データに基づいて学習させる。

【図2】



【図3】



注1

1. N_i は各カテゴリーに属する入力カテゴリーを示す。

2. N_k は各カテゴリーに属する出力カテゴリーを示す。

3. N_j は各カテゴリーに属する出力カテゴリーを示す。

4. N_s は各カテゴリーに属する出力カテゴリーを示す。

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

	F I		
B 6 0 W 10/20 (2006.01)	B 6 0 W	10/20	
B 6 4 C 13/18 (2006.01)	B 6 4 C	13/18	Z
B 6 4 D 45/00 (2006.01)	B 6 4 D	45/00	Z
B 6 0 T 7/12 (2006.01)	B 6 0 T	7/12	Z
B 6 0 T 8/172(2006.01)	B 6 0 T	8/172	A

弁理士 前川 純一

(74)代理人 100134315

弁理士 永島 秀郎

(74)代理人 100135633

弁理士 二宮 浩康

(74)代理人 100162880

弁理士 上島 類

(72)発明者 スティーヴン ライル マキューン

カナダ国 オンタリオ キャンベルフォード バーンプレイ ロード イースト 1329

(72)発明者 タイ シャタック

カナダ国 オンタリオ パーリントン コールドウォーター ストリート 2186

(72)発明者 ポール エドワード カドモア

カナダ国 オンタリオ キャスルトン キャンベル ロード 336

審査官 藤村 泰智

(56)参考文献

特表2017-503715(JP,A)
 米国特許出願公開第2018/0107215(US,A1)
 特開2006-007823(JP,A)
 特開2011-046219(JP,A)
 特開2018-039401(JP,A)
 特開2007-050886(JP,A)
 特開平10-230831(JP,A)
 米国特許出願公開第2018/0134266(US,A1)
 特開2018-091794(JP,A)
 国際公開第2017/189859(WO,A1)
 特開平02-238599(JP,A)
 特開2007-223494(JP,A)
 特開2006-224893(JP,A)
 米国特許出願公開第2017/0369010(US,A1)
 国際公開第2015/057832(WO,A1)
 米国特許第7177743(US,B2)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B 6 0 W 3 0 / 0 0 ~ 6 0 / 0 0
 B 6 0 W 1 0 / 0 0 ~ 1 0 / 3 0
 B 6 4 C 1 3 / 1 8
 B 6 4 D 4 5 / 0 0
 B 6 0 T 7 / 1 2 ~ 8 / 1 7 6 9
 B 6 2 D 6 / 0 0
 G 0 5 B 1 3 / 0 0 ~ 1 3 / 0 4
 G 0 6 N 3 / 0 0 ~ 3 / 1 2 6