

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-222357

(P2017-222357A)

(43) 公開日 平成29年12月21日(2017.12.21)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 6 O W 30/02 (2012.01)	B 6 O W 30/02 3 0 0	3 D 2 4 1
B 6 O W 10/04 (2006.01)	B 6 O W 10/00 1 2 0	3 D 2 4 6
B 6 O W 10/18 (2012.01)	B 6 O W 40/068	
B 6 O W 40/068 (2012.01)	B 6 O W 40/105	
B 6 O W 40/105 (2012.01)	B 6 O W 50/10	

審査請求 有 請求項の数 1 O L 外国語出願 (全 87 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2017-157931 (P2017-157931)	(71) 出願人	512308720
(22) 出願日	平成29年8月18日 (2017. 8. 18)		ジャガー ランド ローバー リミテッド
(62) 分割の表示	特願2016-513383 (P2016-513383) の分割		J a g u a r L a n d R o v e r L i m i t e d
原出願日	平成26年5月16日 (2014. 5. 16)		イギリス国 コベントリー シーブイ3
(31) 優先権主張番号	1308807.5		4エルエフホイットリー アビー ロード
(32) 優先日	平成25年5月16日 (2013. 5. 16)		A b b e y R o a d W h i t l e y
(33) 優先権主張国	英国 (GB)		C o v e n t r y C V 3 4 L F U N I T E D K I N G D O M
		(74) 代理人	100100158
			弁理士 鯨島 睦
		(74) 代理人	100112911
			弁理士 中野 晴夫
		最終頁に続く	

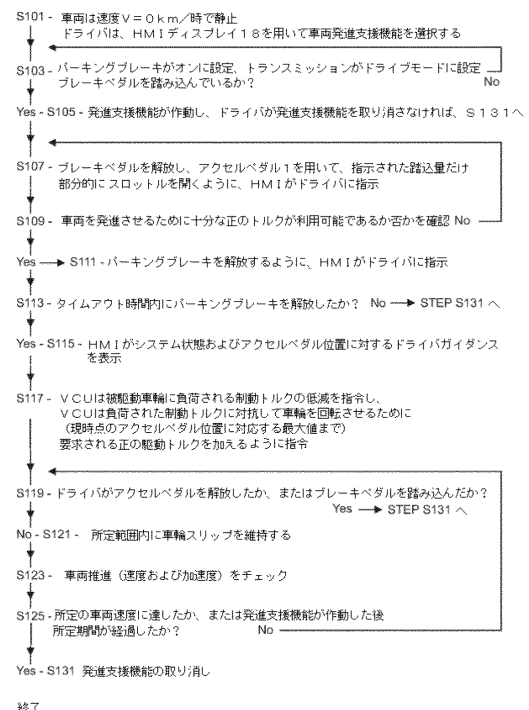
(54) 【発明の名称】 車両牽引制御

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 走行路面上で移動している車両を設定し、および／または走行路面上の車両の移動を維持する方法を提供する。

【解決手段】 方法は、車両が静止状態に維持されるように、制動トルクおよび駆動トルクを1つまたはそれ以上の車輪に供給するように指令するステップS101と、制動トルクを供給し続けながら、静止状態から移動を開始させるステップS117とを有する。また戦略は、低摩擦走行路面上にある車両の移動を維持するために実行してもよい。車両移動の維持を容易にするために、車両ドライバは、アクセルペダル位置等の制御入力を変更するように指示されるS107。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

走行路面上で移動している車両を設定し、走行路面上の車両の移動を維持する方法であって、

車両が静止状態に維持されるように、制動トルクおよび駆動トルクを 1 つまたはそれ以上の車輪に供給するように指令するステップと、

制動トルクを供給し続けながら、静止状態から移動を開始させるステップと、

走行路面上の 1 つまたはそれ以上の車両車輪のスリップの値を自動的に維持するステップとを有し、

維持されるスリップの値は、所定の範囲内であることを特徴とする方法。

10

【請求項 2】

維持されるスリップの値が、走行路面の 1 つまたはそれ以上の性状に基づいて決定されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

維持されるスリップの値が、車両速度に依存することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

車両速度が大きいほど、維持されるスリップの値が小さいことを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

20

車両速度が推進装置の速度に対応する速度に近づくほど、維持されるスリップの値が自動的に低減されることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 に記載の方法。

【請求項 6】

スリップが、5 ～ 20 % の範囲内に維持されることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 に記載の方法。

【請求項 7】

走行路面上の車両速度が所定値を超えると、移動制御を自動的に終了するステップを含むことを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 に記載の方法。

【請求項 8】

所定時間が経過すると、移動制御を自動的に終了するステップを含むことを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 に記載の方法。

30

【請求項 9】

車両と走行路面の間の表面摩擦係数の値が所定値を超えると、移動制御を自動的に終了するステップを含むことを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 に記載の方法。

【請求項 10】

ユーザ操作可能な移動制御入力手段の状態に基づいて移動制御を開始するステップを含むことを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 に記載の方法。

【請求項 11】

走行路面の 1 つまたはそれ以上の性状に基づいて移動制御を自動的に開始するステップを含むことを特徴とする請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 に記載の方法。

40

【請求項 12】

1 つまたはそれ以上の車輪と走行路面の間の表面摩擦係数の値に基づいて移動制御を自動的に開始するステップを含むことを特徴とする請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

車両が最後に移動した後に降雨があったか否かの判断、および車両が最後に移動した後の 1 つまたはそれ以上の測定された周囲温度の値から選択された少なくとも一方に基づいて、表面摩擦係数の現在値を推定するステップを含むことを特徴とする請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

ドライバによる車両の運転条件の選択を含むことを特徴とする請求項 1 ～ 13 のいずれ

50

か 1 に記載の方法。

【請求項 15】

制御システムによる車両の運転条件の自動選択を含むことを特徴とする請求項 1 ～ 14 のいずれか 1 に記載の方法。

【請求項 16】

運転条件が、1 つまたはそれ以上の車両サブシステムの所定の構成に対応することを特徴とする請求項 14 または請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

所定の車両運転条件の選択時に移動制御を自動的に開始するステップを含むことを特徴とする請求項 14 ～ 16 のいずれか 1 に記載の方法。

【請求項 18】

車両の運転条件に基づいて最大の許容されるスリップを決定するステップを含み、スリップを最大許容される値に制限するステップを含むことを特徴とする請求項 14 ～ 17 のいずれか 1 に記載の方法。

【請求項 19】

車両の前方加速度を 1.5 m/s^2 未満に制限するステップを含むことを特徴とする請求項 1 ～ 18 のいずれか 1 に記載の方法。

【請求項 20】

実際の車両速度が、現時点のエンジン速度に対する理論的な車両速度の 90% より大きい場合、移動制御を中止することを特徴とする請求項 1 ～ 19 のいずれか 1 に記載の方法。

【請求項 21】

スリップを判断するために、トランスミッション速度と従動車輪の速度とを比較するステップを含むことを特徴とする請求項 1 ～ 20 のいずれか 1 に記載の方法。

【請求項 22】

スリップを判断するために、トランスミッション速度と対地速度を比較するステップを含むことを特徴とする請求項 1 ～ 21 のいずれか 1 に記載の方法。

【請求項 23】

スリップを判断するために、被駆動車輪のトルク応答を用いるステップを含むことを特徴とする請求項 1 ～ 22 のいずれか 1 に記載の方法。

【請求項 24】

移動制御を開始するステップは、車両を加速させるために制動トルクを加え続ける間、1 つまたはそれ以上の車輪に加えられる正味のトルクを調整するステップを含むことを特徴とする請求項 1 ～ 23 のいずれか 1 に記載の方法。

【請求項 25】

車両の前方部分と後方部分の間の車両重量の分布に応じて、所与の車軸の車輪に加わる制動トルクの大きさを選択するステップを含むことを特徴とする請求項 1 ～ 24 のいずれか 1 に記載の方法。

【請求項 26】

車両に必要な制御入力を車両ドライバに通知するステップを含むことを特徴とする請求項 1 ～ 25 のいずれか 1 に記載の方法。

【請求項 27】

1 つまたはそれ以上の車輪に十分な駆動トルクを加えて移動制御を開始するために、所定値のアクセル制御を実行するように車両ドライバに通知するステップを含むことを特徴とする請求項 26 に記載の方法。

【請求項 28】

アクセル制御の現時点の位置に対応する大きさの駆動トルクを加えることを指令するステップを含むことを特徴とする請求項 27 に記載の方法。

【請求項 29】

ブレーキシステムおよび／またはパワートレイントルク低減システムを用いて過剰な駆

10

20

30

40

50

動トルクを補償するステップを含むことを特徴とする請求項 27 または 28 に記載の方法。

【請求項 30】

低摩擦走行路面上にある車両の移動を維持する方法であって、
車両の牽引力の損失を検出するステップと、
制動トルクおよび駆動トルクを 1 つまたはそれ以上の車両車輪に供給するストラテジを実行するステップと、

走行路面上の 1 つまたはそれ以上の車輪のスリップを所定の範囲内に維持するのに必要な制御入力を決定するステップと、

前記ストラテジを実行しているとき、スリップを維持するために車両に必要な制御入力を車両ドライバに通知するステップとを含むことを特徴とする方法。

10

【請求項 31】

所定の範囲が、5～20%であることを特徴とする請求項 30 に記載の方法。

【請求項 32】

牽引力の損失が、任意のタイヤ／路面界面において 2%を上回るスリップを含むことを特徴とする請求項 30 または 31 に記載の方法。

【請求項 33】

ダッシュボードメッセージ、音声メッセージ、および／または警告トーンによって車両ドライバに通知するステップを含むことを特徴とする請求項 30～32 のいずれか 1 に記載の方法。

20

【請求項 34】

車両への制御入力が、アクセルペダル位置の変動を含むことを特徴とする請求項 30～33 のいずれか 1 に記載の方法。

【請求項 35】

ストラテジは、車輪スリップが所定の最小値を下回る場合に自動的に中止されることを特徴とする請求項 30～34 のいずれか 1 に記載の方法。

【請求項 36】

ストラテジは、車両ドライバにより非動作状態にされるように構成されたことを特徴とする請求項 30～35 のいずれか 1 に記載の方法。

【請求項 37】

ストラテジは、オフロード条件の選択または検出時に自動的に動作状態にされることを特徴とする請求項 30～36 のいずれか 1 に記載の方法。

30

【請求項 38】

ストラテジは、所定の車両速度を超えたとき非動作状態にされることを特徴とする請求項 30～37 のいずれか 1 に記載の方法。

【請求項 39】

指令を記憶する非一時的コンピュータ可読記憶媒体であって、1 つまたはそれ以上の電子プロセッサによって実行されたとき、1 つまたはそれ以上のプロセッサに、請求項 1～38 のいずれか 1 に記載の方法を実行させることを特徴とする非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

40

【請求項 40】

走行路面上で移動している車両を設定し、走行路面上の車両の移動を維持するための制御システムであって、

車両が静止状態に維持されるように、制動トルクおよび駆動トルクを 1 つまたはそれ以上の車輪に供給するように指令するように動作可能であり、

制動トルクを 1 つまたはそれ以上の車輪に供給し続けながら、静止状態から移動を開始させるように動作可能であり、さらに

走行路面上の 1 つまたはそれ以上の車両車輪のスリップを自動的に維持するように構成され、

維持されるスリップの値は、所定範囲内にあることを特徴とする制御システム。

50

【請求項 4 1】

電子プロセッサと、
電子プロセッサに電氣的に接続され、指令を記憶する電子メモリデバイスとを備え、
電子プロセッサは、メモリデバイスにアクセスし、メモリデバイス内に記憶された指令を実行するように構成され、

制御システムは、移動制御を開始し、スリップの値を所定の範囲内に自動的に維持するように動作可能であることを特徴とする請求項 4 0 に記載の制御システム。

【請求項 4 2】

電子プロセッサは、車両が走行している走行路面の 1 つまたはそれ以上の性状を示す電気信号を受けるための入力部を含み、

電子プロセッサは、走行路面の 1 つまたはそれ以上の性状を示す信号に基づいてスリップの値を決定するように構成されたることを特徴とする請求項 4 1 に記載の制御システム。

10

【請求項 4 3】

電子プロセッサは、車両速度を示す電気信号を受けるための入力部を含み、

電子プロセッサは、車両速度を示す電気信号に依存するスリップの値に基づいて維持されるスリップの値を決定するように構成されたことを特徴とする請求項 4 1 または 4 2 に記載の制御システム。

【請求項 4 4】

車両速度が大きいほど、維持されるスリップの値が小さいことを特徴とする請求項 4 3 に記載の制御システム。

20

【請求項 4 5】

電子プロセッサは、車両のエンジン速度を示す電気信号を受けるための入力部を含み、

電子プロセッサは、車両のエンジン速度を示す電気信号および車両速度を示す電気信号を自動的に比較し、車両速度がエンジン速度に対応する速度に近づくほど、維持されたスリップの値が低減されるように構成されることを特徴とする請求項 4 4 に記載の制御システム。

【請求項 4 6】

静止状態から移動を開始させるのに十分な駆動トルクを出力するために、制御入力を変更するよう車両ドライバに指示することにより、駆動トルクの供給を指令するように動作可能であることを特徴とする請求項 3 9 に記載のシステム。

30

【請求項 4 7】

車両のヒューマン・マシン・インターフェースを介して制御入力を変更するよう車両ドライバに指示するように動作可能であることを特徴とする請求項 4 6 に記載のシステム。

【請求項 4 8】

駆動トルクの供給を直接的に指令するように動作可能であることを特徴とする請求項 3 9 ～ 4 5 のいずれか 1 に記載のシステム。

【請求項 4 9】

走行路面上で移動している車両を設定し、走行路面上の車両の移動を維持するための制御システムであって、

40

車両が静止状態に保持されるように、制動トルクおよび駆動トルクを 1 つまたはそれ以上の車輪に供給することにより移動制御を開始するように動作可能であり、

1 つまたはそれ以上の車輪に制動トルクを供給し続けながら、静止状態から移動を開始させるように動作可能であり、さらに

走行路面上の 1 つまたはそれ以上の車両車輪のスリップの値を所定の範囲内に維持するために必要とされる、所要のドライバ制御入力を自動的に決定し、

スリップを維持するために、車両への所要のドライバ制御入力を車両ドライバに指示するように構成されたことを特徴とする制御システム。

【請求項 5 0】

電子プロセッサと、

50

電子プロセッサに電氣的に接続され、指令を記憶する電子メモリデバイスとを備え、電子プロセッサは、メモリデバイスにアクセスし、メモリデバイス内に記憶された指令を実行するように構成され、

制御システムは、所要のドライバ制御入力を自動的に決定し、車両ドライバに指示するように構成されたことを特徴とする請求項４９に記載の制御システム。

【請求項５１】

請求項３９～５０のいずれか１に記載のシステムを備える車両。

【請求項５２】

添付図面を参照して説明した本願明細書に実質的に開示されたシステム、車両、または方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、車両牽引制御に関し、とりわけ、これに限定するものではないが、たとえば車両を停止状態から移動させ、オフハイウェイ条件において車両進行を維持する際の車両の牽引制御を改良するシステムおよび方法に関する。本発明の態様は、方法、システム、および車両に関する。

【背景技術】

【０００２】

乾燥したアスファルト表面上のハイウェイ条件において車両を停止状態から移動させることが、よく理解されている。車両タイヤと地面の間の摩擦係数（ μ または「 μ 」）が、低減されまたは変わりやすい場合、車両発進に対する従来の手法が、１つまたはそれ以上の車輪の過剰なスリップを生じさせることがある。これは、オフハイウェイ状態にいる未熟ドライバにとって特に問題である。たとえば、砂地では、車輪の無分別なスピンにより、車両は砂を掘り返し、砂地上で進行するのに十分な牽引力を得ることができないことがある。未熟なオフハイウェイドライバは、車両内から１つまたはそれ以上の車輪がスピンしていることを認識しないことがあり、深いトレッドのオフハイウェイタイヤの装備は、その歯様の掘り返し特性によってこの問題を悪化させ得る。さらに、一部の状況では、過剰な車輪スピンの結果、特に、草地などの比較的脆弱な表面の場合、車両が駆動している表面に損傷を生じさせる可能性がある。

【０００３】

車両が滑りやすい条件において動作状態にあるとき、比較的、過剰な車輪スピンを誘発しやすく、したがって、特に車両が進行するにとき、摩擦係数が変動する場合、牽引力を失い易くなり得る。

【０００４】

本発明が、着想されたのはこの背景に対してである。本発明の実施形態は、車両を停止状態から発進させ、および／または前記車両の走行路面上の動きを維持する方法およびシステムを提供する。本発明の他の目的および利点は、以下の説明、特許請求の範囲および図面から明白になるであろう。

【発明の概要】

【０００５】

本発明の態様は、添付の特許請求の範囲において特許請求される方法、システム、および車両を提供する。

【０００６】

保護を求める本発明の１つの態様によれば、走行路面上で移動している車両を設定し、および／または走行路面上の車両の移動を維持するための制御システムで実行される方法が提供され、この方法は、

制御システムを用いて、車両が静止状態に維持されるように、制動トルクおよび駆動トルクを１つまたはそれ以上の車輪に供給するように指令するステップと、

制動トルクを供給し続けながら、静止状態から移動を開始させるステップとを有する。

10

20

30

40

50

【0007】

保護を求める本発明の1つの態様によれば、走行路面上で移動している車両を設定し、走行路面上の車両の移動を維持するための制御システムで実行される方法が提供され、この方法は、

車両が静止状態に維持されるように、制動トルクおよび駆動トルクを1つまたはそれ以上の車輪に供給するように指令するステップと、

制動トルクを供給し続けながら、静止状態から移動を開始させるステップとを有し、

走行路面上の1つまたはそれ以上の車両車輪のスリップの値を自動的に維持するステップとを有し、

維持されるスリップの値は、所定の範囲内である。

10

【0008】

1つの実施形態では、維持されるスリップの値は、走行路面の1つまたはそれ以上の性状に基づいて決定してもよい。任意的には、維持されるスリップの値は、さらに車両速度に依存にしてもよい。

【0009】

いくつかの実施形態では、維持されるスリップの値が小さくてもよい。

【0010】

いくつかの実施形態では、車両速度が推進装置の速度に対応する速度に近づくほど、維持されるスリップの値が自動的に低減されてもよい。

【0011】

20

いくつかの実施形態では、スリップは、5～20%の範囲内に維持されてもよい。

【0012】

理解されるように、1つまたはそれ以上の車輪が車両の実質的な静止状態である停止状態から実質的に始動されるとき、制動トルクは、1つまたはそれ以上の車輪に加えられるが、駆動トルクに対抗するものである。

【0013】

本発明に係る実施形態は、1つまたはそれ以上の車輪のフレア（過剰な車輪スピン）のリスクを低減できるという利点を有する。上述のように、摩擦係数が比較的に小さい路面上において、車両が停止した状態から移動を開始しようとするとき、動作を開始しようとしている場合、駆動トルクが1つまたはそれ以上の車輪に加えるとき、車輪スリップの大きさ（値）が過剰になりやすい。本発明に係る実施形態によれば、1つまたはそれ以上の被駆動車輪に、その回転に対抗する制動トルクを加えることにより、この問題を解消することができる。車両が停止状態から加速されるときに、制動トルクが加えられる。ブレーキシステムは、駆動トルクが車輪に加えられる前にブレーキを掛けてもよく、駆動トルクが車輪に加えられたとき、車両の移動に対抗するように、ブレーキシステムが与える制動トルクを増大させる。ブレーキシステムは、十分な駆動トルクが1つまたはそれ以上の車輪に加わるまで、車両を実質的に静止状態に維持するように構成されてもよい。その後、1つまたはそれ以上の車輪の回転を開始させるために、制動トルクの大きさを低減してもよい。択一的または追加的に、少なくとも1つまたはそれ以上の車輪の回転が開始されるまで、駆動トルクの大きさを増大してもよい。

30

40

【0014】

本明細書における制動トルクの供給とは、加えられた駆動トルクに対抗する抑制トルクの提供を指し、駆動トルクは、要求される走行方向に車両を進行させるような方向に加えられるトルクである。抑制トルクは、電気マシン、任意的には回生ブレーキシステムの少なくとも一部として動作可能な電気マシンを用いて、摩擦式の基礎ブレーキシステムを用いて、または任意の他の適切な手段により加えることができる。いくつかの実施形態では、電気マシンは、牽引（または推進）モータとして動作可能であってもよい。

【0015】

理解されるように、制動トルクを加えて、使用して車輪に加えられた駆動トルクの大きさを調節することにより、車両が停止状態から加速されるときに車輪速度を正確に制御す

50

ることができる。少なくとも部分的にはエンジンの動作構成部品の慣性に起因して、過剰なスリップを防止するのに必要な比較的短時間で、内燃エンジンなどのエンジンにより出力された駆動トルクを調節できないことがある。摩擦ブレーキシステムまたは回生ブレーキシステム等のブレーキシステムと、エンジンが出力するトルクとを組み合わせる利用することにより、より制御された手法で駆動トルクの供給を容易にして、車輪スリップの改良された制御方法を実現する。とりわけ（パワートレイン駆動トルクおよびブレーキシステムの制動トルクの合力である）車輪に供給される正味のトルクは、ブレーキシステムおよびパワートレインが同期式に制御される場合、実質的にゼロの正味トルクから精緻に調節することができる。

【0016】

10

この方法は、路面上の1つまたはそれ以上の車両車輪のスリップを5～20%の範囲内に自動的に維持するステップを含んでもよい。維持されるスリップの大きさは、車両速度に依存する値を設定するように制御システムが制御してもよい。たとえばスリップの大きさは、車両速度が増すほど小さくてもよい。追加的または択一的に、維持されるスリップの大きさは、凹凸などの走行路面の1つまたはそれ以上の性状、路面上で走行する車両に負荷される荷重、および／または1つまたはそれ以上の他の特性に基づいて決定してもよい。

【0017】

したがって理解されるように、本発明に係るいくつかの実施形態は、地形上の1つまたはそれ以上の車両車輪の相対的スリップを制御することができ、制御の損失または車両の不安定性を招くことなく、効果的な牽引を実現することができる。地形上の車輪のスリップは、車両パワートレインおよびブレーキシステムを適当な手法で自動的に制御することにより実現することができる。たとえば、エンジンおよび任意的には1つまたはそれ以上のクラッチまたはトルクコンバータは、正の駆動トルクを生成するように制御することができる。1つまたはそれ以上の車輪のスリップは、パワートレイン駆動トルクおよび車輪に掛けられた制動トルクの大きさを制御することにより実現してもよく、このとき過剰なスリップの発生を防止しつつ、十分なトルクによりスリップを起こすことができる。上記説明したように、制動トルクは、少なくとも部分的には電気マシン等のパワートレインの構成部品により提供してもよい。

20

【0018】

30

いくつかの実施形態では、制御システムは、正の駆動トルクおよび制動トルク（負のトルク）を、1つまたはそれ以上の（非駆動）車輪に供給するのではなく、1つの車輪または前車軸もしくは後車軸の車輪などの車輪の対に供給するように動作可能である。このシステムは、非駆動車輪の回転をモニタして車両速度を決定し、ひいては駆動車輪に過剰なスリップが生じているか否かを判断する。

【0019】

いくつかの実施形態では、車軸の左側および右側の被駆動車輪に加えられたトルクの相対量を、停止状態からの発進を補助するために変更することができる。同様に、前方および後方車輪が駆動される場合、たとえば、4輪駆動車両において、前輪および後輪に印加されたトルクの相対量を、停止状態からの車両発進を補助するために独立的に変更することができる。

40

【0020】

推進装置は、内燃エンジン、電気モータ、または原動力の別の供給源であってもよい。車両は、1つまたはそれ以上の推進装置および／またはエンジンを有してもよい。ハイブリッド電気車両等のいくつかの実施形態では、車両は、エンジンおよび1つまたはそれ以上の電気モータを含むものであってもよい。

【0021】

本発明に係る1つの実施形態では、車両速度が推進装置の速度に実質的に匹敵して（ほぼ対応して）、車両の進行を維持するための十分な牽引力が利用可能であることを示すときに、移動制御は自動的に中止される。

50

【0022】

本発明に係る1つの実施形態では、車両が車両ドライバの意思に従って進行しているか否かに応じて、移動制御を自動的に機能させ、機能解除させてもよい。

【0023】

したがって、1つの実施形態では、車両システムは、たとえばアクセルペダルの踏込等のアクセルペダルの入力ドライバの要求を、たとえば車両の加速度等のレスポンス（応答）と自動的に比較してもよい。車両のレスポンスが、過剰な車輪スリップを示すものである場合、本発明の実施形態による方法が、自動的に発動される。たとえばドライバがアクセルペダルを踏み込むが、車両速度が予想するほど大きくない場合、システムは過剰な車輪スリップが起こっていると判断し、本発明に係る実施形態による方法を発動してもよい。この方法は、「牽引補助」または移動制御ともいう。停止状態からの発進を支援するために、牽引補助が作動される場合、本発明に係る実施形態による方法は、発進支援ともいう。

10

【0024】

自動システムの場合、この方法は、目標速度を利用し、車両が目標速度に到達したときにスタンバイ（待機）モードをとるまたはこれに復帰することができる。すなわち、牽引補助は、そのような状況において停止させることができる。車両が目標速度から所定の量だけ逸脱する場合、たとえば車両速度が所定の量だけ目標速度より遅くなった場合、速度の増大が再度要求されたときに、牽引補助を自動的に再実行するようにしてもよい。たとえばドライバがアクセルペダルを十分な量だけ踏み込む場合、または自動速度制御システムがアクティブであり、車両速度における増大を指令する場合に、速度の増大を要求してもよい。

20

【0025】

追加的または択一的に、この方法は、終了ストラテジを含んでもよく、ここでは自動的な移動制御は、所定の時間が経過後、時間切れ（タイムアウト）となり、所定の時間は、車両の使用条件によって決定してもよい。本発明に係る実施形態による方法を用いて発進を支援する状況において、時間切れを通知してもよい。択一的には、システムが発進支援または牽引補助を実施するために必要と判断したトルクを超える駆動トルクを車両ドライバが要求する場合、またはドライバがブレーキペダル等を踏み込んだことによりブレーキシステムを作動させる場合、システムは移動制御を取り消してもよい（たとえば選択解除してもよい）。

30

【0026】

既知の車輪速度比較技術を用いて、スリップしていない車輪に対する被駆動車輪のスリップを決定してもよい。択一的には、車輪と車両の動きを関連付けるために、被駆動車輪の回転速度を車両位置検知デバイスと比較してもよい。本発明のいくつかの実施形態によれば、関連する車輪にブレーキをかけることにより、モータトルクを低減することにより、および／または制御可能な制限付きスリップ・デフ等のデバイスによるモータトルクの再分配（トルクベクタリング）により、許容される過剰な値のスリップを制御してもよい。

40

【0027】

カメラ認識技術を用いて、1つまたはそれ以上の車両車輪を見て、車輪スリップを検出することによって車両移動を判断してもよいし、または地形表面を見て、トランスミッション出力速度、エンジン速度、および／または車輪速度に相当する速度で車両が移動しているか否かを判断してもよい。

【0028】

車輪（および付随するタイヤ）の許容されるスリップの値は、地形のタイプに基づいて選択してもよい。地形のタイプは、車両ドライバが選択してもよく、または適切な車両のセンサシステムを用いて自動的に検出してもよい。したがって比較的硬質の路面上では、任意の被駆動車輪の許容されるスリップは、5%近くであってもよく、牽引力を得るためには、軟質の路面上のものに比して大きくてもよい。許容されるスリップの大きさは、

50

車輪速度に基づいて決定してもよい。

【0029】

1つの実施形態では、この方法は、車両および推進装置の速度が一致するように近づくにつれて、許容されるスリップを自動的に低減するステップを含み、その結果、比較的にスリップの大きい状態から徐々に小さいスリップまたは実質的にゼロのスリップに滑らかに移行する。したがって、硬質表面上では、推進装置および車両速度が釣り合うようになるにつれて、許容されるスリップが比較的低い値に向かって滑らかに移行することができる。砂地等の軟質表面上では、常に、ある程度のスリップを維持することにより、比較的に大きいスリップは、車両速度および車輪速度が一致するように近づくにつれて、より低いスリップの値に滑らかに移行することが望ましい。択一的には、推進装置の代わりに、

10

【0030】

本発明に係る1つの実施形態では、移動制御中、前方方向の車両加速度を、たとえば 1.25 m/s^2 の所定値以下に制限することにより、車両の円滑かつ漸進的な移動を実現することができる。許容される最大前方加速度は、選択された地形タイプに基づいて決定してもよい。車両加速度が所定の値に近づく場合、許容される車輪スリップの程度は、低減される。車両加速度が許容される値に達しない場合、許容される車輪スリップの程度は、車両が走行する地形に対する最大許容可能値まで増大してもよい。

【0031】

20

いくつかの実施形態では、本発明に係る実施形態による方法を用いて、車両を停止状態から効率的に発進させることができ、1～5車両分の長さにおいて実質的に止めることができる。同様に、この方法によれば、砂地等の軟質路面上での推進を維持することができる。

【0032】

この方法は、走行路面上の車両速度が所定値を超えると、移動制御を自動的に終了するステップを含んでもよい。

【0033】

すなわち、いくつかの実施形態では、車両が所定の速度に達すると、移動制御を終了する。

30

【0034】

択一的または追加的に、この方法は、所定時間が経過すると、移動制御を自動的に終了するステップを含んでもよい。

【0035】

この方法は、車両と走行路面の間の表面摩擦係数の値が所定値を超えると、移動制御を自動的に終了するステップを含んでもよい。

【0036】

すなわち、いくつかの実施形態では、走行路面の表面摩擦係数の値は、実質的に連続的または断続的にモニタ（監視）される。摩擦係数の値が所定値を超えた場合、移動制御を自動的に終了する。これは、いくつかの状況では、移動制御が実行される時間または距離を低減することができるという利点を有する。したがって、車両が比較的低い表面摩擦係数のスリップしやすい草地路面から比較的に表面摩擦係数の大きいアスファルト路面に比較的に短い距離を移動する場合、制御手段が走行路面の変化を認識できると、移動制御を直ちに終了することができる。いくつかの実施形態では、車両安定性を改善するために、移動制御を徐々に終了させてもよい。

40

【0037】

いくつかの実施形態では、車両の移動制御は、1つの車輪に対して終了させた後、段階的に別の車輪に対して終了させてもよい。たとえば、第1の組の1つまたはそれ以上の車輪が、第2の組の1つまたはそれ以上の車輪の前に摩擦係数の比較的に低い路面を離れる場合、移動制御は、第2の組の前に第1の組に対して段階的に終了させてもよい。したが

50

って、個々の被駆動車輪または被駆動車輪の対などの被駆動車輪のグループなどのそれぞれの車輪の移動制御は、互いに対して独立的に終了させてもよい。

【0038】

この方法は、たとえば車両発進支援セクタ制御部等のユーザにより操作可能な移動制御入力手段の状態に基づいて、移動制御を開始するステップを含んでもよい。

【0039】

すなわち、いくつかの実施形態では、移動制御を自動的に開始することをユーザに許容する制御ボタンを設けてもよい。制御ボタンは、たとえば、可動式スイッチデバイス、または接触感知性ボタンまたはタッチスクリーン装置等の接触感知性デバイスを含むものであってもよい。音声制御式の入力手段または任意の他の適当な入力手段等の他の入力手段も同様に有用である。いくつかの実施形態では、移動制御は、たとえばメニュー形式のユーザインターフェイスを介して移動制御を選択した後、アクセルペダル入力により開始してもよい。

10

【0040】

択一的または追加的に、この方法は、走行路面の1つまたはそれ以上の性状に基づいて移動制御を自動的に開始するステップを含んでもよい。

【0041】

この方法は、1つまたはそれ以上の車輪と走行路面の間の表面摩擦係数の値に基づいて移動制御を自動的に開始するステップを含んでもよい。

【0042】

この方法は、1つまたはそれ以上の車両の値、または周囲温度もしくは車両の1つまたはそれ以上の構成要部品の温度等の環境パラメータに基づいて移動制御を自動的に開始するステップを含んでもよい。

20

【0043】

すなわち、いくつかの実施形態では、表面摩擦係数の値が適正であると制御手段が判断したとき、移動制御を自動的に開始してもよい。たとえば、制御手段が、表面摩擦係数の値が所定値を下回ると制御手段が判断したとき、移動制御を自動的に開始してもよい。

【0044】

この方法は、車両が最後に移動した後に降雨があったか否かの判断、および車両が最後に移動した後の1つまたはそれ以上の測定された周囲温度の値から選択された少なくとも一方に基づいて、表面摩擦係数の現在値を推定するステップを含んでもよい。すなわち、この方法は、停止状態からの車両が最初に発進する前に、表面摩擦係数の現在値を推定するステップと、移動制御を実行すべきか否かを自動的に判断するステップとを含んでもよい。

30

【0045】

理解されるように、降雨があった場合、車両と走行路面の間の表面摩擦係数の値は小さくなる。すなわち、乾燥した草地またはアスファルト等の路面上に雨または雪が降る場合、表面摩擦係数の値は、車両の発進時に過剰な車輪スリップが生じる値まで小さくなり得る。いくつかの場合には、過剰な車輪スリップは、車両の積載量または車両が牽引している荷重に起因して生じることがある。

40

【0046】

これに伴い、この方法は、降雨を検出するステップと、降雨の検出に応じて表面摩擦係数の値の推定値を修正するステップとを含んでもよい。この方法は、表面摩擦係数を推定する際に周囲温度を考慮に入れるステップを含んでもよい。この温度が、実質的に0℃の所定値を下回り、降雨が検出された場合、任意的には、さらに1つまたはそれ以上の別のパラメータに基づいて、移動制御を自動的に開始してもよい。表面摩擦係数の所定値は、トレイン負荷の推定に応じて決定してもよい。トレイン負荷の推定に際して、トレーラが車両に連結されているか否か、走行路面の勾配、および車両が坂道を上っているかまたは下っているかを考慮に入れることができる。他のパラメータ／要因もまた考慮に入れることができる。

50

【0047】

いくつかの実施形態では、この方法は、各々それぞれの被駆動車輪が負担している重量の量または相対量を決定するステップと、1つまたはそれ以上の車輪が負担する重量の量に応じて表面摩擦係数の所定値を設定するステップとを含むものであってもよい。この方法は、車両姿勢、車輪アーティキュレーション、および／または追加的もしくは択一的な任意の他のデータを参照して、所与の車輪上の重量の相対量を決定するステップを含んでもよい。車両が、1つまたはそれ以上の車輪が完全に「沈降」状態である、すなわち下方向の変位の下限值にあると判断した場合、この方法は、表面摩擦係数の所定値以下で移動制御が開始されるが、この所定値を増大させるステップを含んでもよい。

【0048】

いくつかの構成では、所与の車輪上の重量が、所定値を下回って降下する場合、または重量の相対量が、所定値を下回って降下する場合、移動制御は、表面摩擦係数の値に関係なく自動的に開始してもよい。

【0049】

いくつかの構成では、移動制御は、車両荷重または車両荷重の変化に応じて開始してもよい。たとえば車両が静止しているときに貨物の荷降ろしによって、車両の重量が低減した場合、移動制御は、車両が比較的低い摩擦係数の路面上で発進する、または発進する可能性があるとは判断される場合に開始してもよい。たとえば配達トラックの場合、貨物重量が大きく変動し得るため、この特徴は配達トラックに対して特に有用になり得る。1つの具体的なシナリオでは、トラックは、地下荷降ろし倉庫内で貨物を荷降ろした後、スリッパしやすい路面上の登り坂を走行して荷降ろし倉庫から出る必要がある。本発明に係る実施形態による制御システムは、こうした車両に有用に装備されて、車両が移動を開始するときの滑りやすい路面上の走行を優位にすることができる。

【0050】

任意的ではあるが、このシステムは、周囲温度および降雨の有無等の1つまたはそれ以上の周囲環境条件に関するデータを記憶することができる。このシステムはまた、表面摩擦係数の現在値、および任意的には車両に関連付けられた1つまたはそれ以上の他のパラメータを記憶することもできる。停止状態からの移動を開始した後、この制御システムは、車両が停止状態から加速している間、記憶されたデータに基づいて、移動制御すなわち1つまたはそれ以上の車輪に対する制動トルクの供給を自動的に起動させることができる。上記説明したように、制動トルクの供給は、車輪ブレーキを掛けること、またはたとえば電気マシンを用いて車両ドライブラインに負のトルクの供給によるものであってもよい。

【0051】

1つの実施形態では、車両が最後に停止したときの1つまたはそれ以上の被駆動車輪における表面摩擦係数が、車両が最後に停止したときに静止状態から移動を開始させるために移動制御を必要とするようなものであったことを記憶されたデータが示す場合、この制御システムは、ドライバが停止状態からの移動を続けて指令（操作）したとき、移動制御を自動的に実施してもよい。

【0052】

いくつかの実施形態では、制御システムが、車両が最後に静止したときに雨が降っていたこと、および表面が現時点では所定値を下回る摩擦係数を有すると判断した場合、このシステムは、ドライバが停止状態からの移動を指令したとき、移動制御を自動的に実施してもよい。このシステムは、現在の周囲温度に関するデータに少なくとも部分的に基づいて、表面摩擦係数の現在値を推定してもよい。他の配置構成も同様に有用である。

【0053】

いくつかの実施形態では、制御システムは、被駆動車輪にのみブレーキを掛けて移動制御を実施したとき、ドライバがブレーキペダルまたは他のブレーキ起動装置を踏み込まない限り、ブレーキライト等の外部ブレーキインジケータ点灯システムの照明を防止してもよい。いくつかの実施形態では、閃光式方向インジケータランプ等のハザード警告点灯シ

10

20

30

40

50

システムを作動させてもよい。

【0054】

この方法は、制御システムによる車両の運転条件をドライバが選択するステップを含んでもよい。

【0055】

この方法は、車両の運転条件を自動的に選択するステップを含んでもよい。

【0056】

運転条件は、1つまたはそれ以上の車両サブシステムの所定の構成に対応するものであってもよい。

【0057】

この方法は、所定の車両運転条件の選択時に移動制御を自動的に開始するステップを含んでもよい。

【0058】

この方法は、車両の運転条件に基づいて最大の許容されるスリップを決定するステップを含み、この方法は、スリップを最大許容値に制限するステップを含んでもよい。

【0059】

この方法は、有利には、同じ車軸の駆動車輪の速度差を所定値未満、任意的には10%未満に維持するステップを含んでもよい。

【0060】

この方法は、車両のすべての駆動車輪の速度差を所定値未満、任意的には10%未満に維持するステップを含んでもよい。

【0061】

任意的には、この方法は、車両の前方加速度を所定値、任意的には 1.5 m/s^2 未満に制限するステップを含んでもよい。

【0062】

この方法は、車両速度およびエンジン速度が近づくにつれて、路面に対する車輪のスリップ割合を自動的に低減するステップを含んでもよい。

【0063】

有利には、スリップ割合を漸進的に低減してもよい。

【0064】

任意的には、移動制御は、実際の車両速度が、現時点での推進装置速度での理論的な車両速度に対する所定の比率を上回るときに中止される。所定の比率は、90%または任意の他の適切な値であってもよい。

【0065】

この方法は、車両の運転条件に基づいて最大の許容されるスリップを決定するステップを含んでもよい。

【0066】

この方法は、車両の運転条件をドライバが選択するステップを含んでもよい。

【0067】

この方法は、車両の運転条件を自動的に選択するステップを含んでもよい。

【0068】

この方法は、スリップを決定するために、トランスミッション速度と従動車輪の速度を比較するステップを含んでもよい。上記説明したように、いくつかの実施形態では、被駆動車輪の速度は、スリップを決定するために、従動車輪の速度と比較してもよい。

【0069】

択一的または追加的に、この方法は、スリップを決定するために、トランスミッション速度および対地速度を比較するステップを含んでもよい。

【0070】

択一的または追加的に、この方法は、スリップを決定するために、被駆動車輪のトルク応答を用いるステップを含んでもよい。すなわち、この方法は、車輪のスリップの値を推

10

20

30

40

50

定するために、車両で測定されたトルクの量を予想される量、たとえば車両のパワートレインが出力する動力またはトルクの所与の量に対して予想される量と比較するステップを含んでもよい。

【0071】

移動制御を開始するステップは、車両を加速させるために制動トルクを加え続ける間、1つまたはそれ以上の車輪に加えられる正味のトルクを調整するステップを含んでもよい。

【0072】

この方法は、車両の前方部分と後方部分の間の車両重量の分布に応じて、所与の車軸の車輪に加わる制動トルクの大きさを選択するステップを含んでもよい。

10

【0073】

すなわち（前輪の対または後輪の対などの）所与の車軸の車輪にかけられる制動トルクの大きさは、車両の前車軸および後車軸にかかる重量の相対量に応じて選択してもよい。後車軸にかかる重量の量が、前車軸にかかるものより大きい場合、より大きい量の制動トルクが、後車軸の車輪と比較して前車軸の車輪に加えられてもよい。

【0074】

同様に、負荷される制動トルクの量は、車輪が被駆動車輪か否かに応じて決定してもよい。従動車輪の場合、移動が停止状態から開始されたときに制動トルクを加えないことにより、被駆動車輪の回転速度を参照することにより車両の速度の測定値を求めてもよい。

【0075】

前輪駆動車両の場合、移動が停止状態から開始されたとき、制動トルクは、車両が停止状態から駆動されるときに車両の前輪に加えてもよい。ただし、制動トルクは、車両の加速を妨げないように後輪から解放されてよく、車輪速度のより正確な測定値が、スリップし得る後輪の回転速度の測定値と比較されることを可能にする。同様に、後輪駆動車両の場合、制動トルクは、動作が停止状態から開始されるとき、前輪ではなく後輪に加えてもよい。

20

【0076】

この方法は、アクセルペダルの踏込量、トランスミッションまたは高／低比セレクタを用いて選択すべきギア、選択すべき地形応答モード制御装置の状態、または任意の他の適当なドライバ制御入力信号等、1つまたはそれ以上のドライバが入力する制御信号に関して、必要とされる状態または条件をユーザに指示するステップを含んでもよい。指示は、ヒューマン・マシン・インターフェース（HMI）システムを用いてドライバに提供してもよい。択一的または追加的に、この方法は、音声メッセージ、触覚指示および／または警告トーンによって指示するステップを含んでもよい。こうしてユーザは、この方法を実行するために必要な操作指示が提供される。

30

【0077】

保護が求められる本発明の別の態様では、車両の動作を低摩擦走行路面上で維持する方法が提供され、この方法は、車両の牽引力の損失を検出するステップと、制動トルクおよび駆動トルクを1つまたはそれ以上の車両車輪に供給するストラテジを実行するステップと、前記ストラテジの実行中、車両への必要とされる制御入力を車両ドライバにアドバイスするステップとを含む。ドライバが施す制御入力は、たとえば、アクセルペダルの踏込量、トランスミッションまたは高／低比セレクタを用いて選択すべきギア、選択すべき地形応答モード制御装置の状態、または任意の他の適切なドライバが施す制御入力に対するものであってもよい。

40

【0078】

保護が求められる本発明の態様では、車両の動作を低摩擦走行路面上で維持する方法が提供され、この方法は、車両の牽引力の損失を検出するステップと、制動トルクおよび駆動トルクを1つまたはそれ以上の車両車輪に加えるストラテジを実行するステップと、走行路面上の1つまたはそれ以上の車輪のスリップを所定の範囲内に維持するのに必要とされる制御入力を決定するステップと、前記ストラテジの実行中、前記スリップを維持する

50

ために車両への必要とされる制御入力を車両ドライバにアドバイスするステップとを含む。

【0079】

この方法は、走行路面上の1つまたはそれ以上の車輪のスリップを5～20%の範囲内に維持するステップを含んでもよい。

【0080】

任意的には、牽引力の損失が起こったという決定は、任意のタイヤ／地面界面速度におけるスリップの量が2%を超えることを必要としてもよい。

【0081】

この方法は、ダッシュボードメッセージ、音声メッセージ、触覚指示および／または警告トーンによって車両ドライバにアドバイスするステップを含んでもよい。

10

【0082】

有利には、ドライバが入力する必要がある車両への制御入力は、アクセルペダル位置の変動を含んでもよい。

【0083】

任意的には、ストラテジは、車輪スリップが所定の最小値を下回る場合に自動的に中止される。

【0084】

ストラテジは、車両ドライバにより非動作状態にされるように構成されてもよい。

【0085】

任意的には、ストラテジは、オフロード条件の選択または検出時に自動的に動作状態にされてもよい。

20

【0086】

有利には、ストラテジは、所定の車両速度を超えたとき非動作状態にされてもよい。

【0087】

保護が求められる本発明の一態様では、制御システムによって実施される、車両を走行路面上で動作状態に設定し、および／または前記車両の走行路面上の移動を維持する方法が提供され、この方法は、移動制御を開始するステップを含み、移動制御を開始するステップは、1つまたはそれ以上の被駆動車輪にブレーキをかけるステップを制御システムによって指令するステップと、車両が静止状態に保持されるように、1つまたはそれ以上の被駆動車輪への駆動トルクの供給を指令するステップと、引き続いて、ブレーキが、印加された駆動トルクに対抗するために1つまたはそれ以上の被駆動車輪に供給され続ける間、停止状態から動作を開始するステップとを含む、方法が提供される。

30

【0088】

保護が求められる本発明の1つの態様では、車両を走行路面上で動作状態に設定し、および／または前記車両の走行路面上の動きを維持するための制御システムが提供され、この制御システムは、車両が静止状態に保持されるように、1つまたはそれ以上の車輪への制動トルクおよび駆動トルクの印加を指令することによって移動制御を開始するように動作可能であり、引き続いて、制動トルクが1つまたはそれ以上の車輪に印加され続ける間、停止状態から動作を開始するように動作可能である。

40

【0089】

保護が求められる本発明の別の態様では、走行路面上で移動している車両を設定し、および／または走行路面上の車両の移動を維持するための制御システムが提供され、この制御システムは、車両が静止状態に保持されるように、制動トルクおよび駆動トルクを1つまたはそれ以上の車輪に供給するように指令することによって移動制御を開始し、制動トルクが1つまたはそれ以上の車輪に印加され続ける間、走行路面上の1つまたはそれ以上の車両車輪のスリップを自動的に維持するように動作可能であり、維持されるスリップの値は、所定範囲内にある。

【0090】

一実施形態では、制御システムは、さらに、

50

電子プロセッサと、
電子プロセッサに電氣的に接続され、指令を記憶する電子メモリデバイスとを備え、
電子プロセッサは、メモリデバイスにアクセスし、メモリデバイス内に記憶された指令
を実行するように構成され、

制御システムは、移動制御を開始し、スリップの値を所定の範囲内に自動的に維持する
ように動作可能であってもよい。

【0091】

いくつかの実施形態では、電子プロセッサは、車両が走行している走行路面の1つまたはそれ以上の性状を示す電気信号を受けるための入力部を含み、電子プロセッサは、走行路面の1つまたはそれ以上の性状を示す信号に応じてスリップの値を決定するように構成されてもよい。

10

【0092】

いくつかの実施形態では、電子プロセッサは、車両速度を示す電気信号を受けるための入力部を含み、電子プロセッサは、車両速度を示す電気信号に依存するスリップの値に応じて維持されるスリップの値を決定するように構成されてもよい。

【0093】

いくつかの実施形態では、車両速度が大きいほど、維持されるスリップの値が小さくてもよい。

【0094】

いくつかの実施形態では、電子プロセッサは、車両のエンジン速度を示す電気信号を受けるための入力部を含み、電子プロセッサは、車両のエンジン速度を示す電気信号および車両速度を示す電気信号を自動的に比較し、車両速度がエンジン速度に対応する速度に近づくほど、維持されたスリップの値が低減されるように構成されてもよい。

20

【0095】

このシステムは、1つまたはそれ以上の車輪に実質的に連続的な制動トルクの供給を指令し、1つまたはそれ以上の車輪へのドライブトルクの供給を指令するように動作可能であってもよい。駆動トルクが供給されるとき、駆動トルクがブレーキシステムにより供給された制動トルクを超える上で十分に大きくなると、車輪が回転し始めることかでき、制動トルクは、駆動トルクに対抗し、フレアのリスクを低減するように増大すると予想される。

30

【0096】

システムは、駆動トルク、任意選択で規定量の駆動トルク、さらに任意選択で規定量以下の駆動トルクを車輪に印加するよう車両のユーザに指令するように動作可能になり得る。指令は、HMIディスプレイ、声指令、または任意の他の適切な手段を用いて提供され得る。あるいは、制御システムは、駆動トルクを車輪に印加するようパワートレインコントローラに指令するように動作可能になり得る。

【0097】

制御システムは、ブレーキコントローラなどの車両システムに制動トルクを印加するよう指令することによって、駆動トルクに少なくとも部分的に対抗するために制動トルクの印加を指令するように動作可能になり得る。追加的または択一的に、制御システムは、電気マシン、たとえば発電機として作動される電気マシンを用いて制動トルクを印加するようパワートレインコントローラに指令することができる。

40

【0098】

ユーザが、たとえば、アクセルペダルを押し下げることによって駆動トルクを印加するよう指令される実施形態では、制御システムは、ユーザが印加する駆動トルクの量によって決まる、制動トルクの量の印加を指令するように動作可能になり得る。

【0099】

制御システムは、ドライバが、たとえば圧力をブレーキペダルに印加することによってブレーキ制御入力を提供する場合、移動制御を取り消すように動作可能になり得る。ユーザがアクセル制御入力を施すように指令される実施形態では、システムは、ユーザがアク

50

セル制御入力 of 印加を止める場合、たとえばユーザがアクセルペダルを解放する場合、移動制御を取り消すように動作可能になり得る。

【0100】

システムは、1つまたはそれ以上の車両車輪のスリップを5～20%の範囲に維持するように自動的に適合され得る。

【0101】

システムは、車両を走行路面上で動作状態に設定し、および／または車両の走行路面上の動きを前方または逆行の運転方向に維持するように動作可能になり得ることが理解される。

【0102】

本発明のこの態様は、反直感的であると考えられてよく、その理由は、牽引力の損失の検出は、通常、車輪の制御を維持するために車両スリップの低減を必要とするためである。本発明のこの態様では、車輪スリップは、低摩擦表面上の車両の効果的な走行を確実にするために維持される。

【0103】

「低摩擦表面」とは、牽引力の大きな損失に遭遇され得る、乾燥したアスファルトまたはコンクリート以外のあらゆる表面、一般的にはたとえば雪、泥または砂地のオフロード表面を意味する。牽引力の損失は、任意のタイヤ／地面界面において2%のスリップを上回るものとして規定され得る。牽引力の損失は、たとえば、車両速度の比較によって、または固定された基準に対する車輪速度および車両速度の比較によって、任意の適切なやり方で検出され得る。乾燥したアスファルト表面は、1の表面摩擦係数を有すると考えられ得る。比較的低い表面摩擦係数は、0.5を下回るまたはこれに等しい値であると考えられ得る。しかし、本発明の実施形態は、0.5より大きい表面摩擦係数を有する表面上の車両の動作を支援するのに有用である。

【0104】

本発明の実施形態による車両発進支援または牽引力補助は、車両ドライバに適切な指示が与えられたときに手動で実施されてよく、または車両のシステムによって自動的に実施されてよい。自動的に実施される場合、適切なインジケータが、実施が行われていることを、たとえばダッシュボードメッセージ、警告トーンまたは触覚指示によってドライバに警告することができる。

【0105】

車両への必要とされる制御入力の1つは、アクセルペダル位置を含むことができる。したがって、車両ドライバは、エンジントルクを増大させてスリップを5～20%の範囲内に維持するために、アクセルペダルを押し下げようとして指令され得る。超過のトルクが存在する場合、ドライバは、アクセルペダルが押し下げられる量を低減するように、換言すれば、アクセルペダル「解放」を低減するように指令され得る。システムは、アクセルペダルの押し下げの量を増大させる、または低減するようユーザに案内するプロンプトを提供するように動作可能になり得る。ドライバは、アクセルペダルを軽く押し込み、システムによってその後提供されるプロンプトに従うことによって移動制御を開始することができる。いくつかの実施形態では、システムは、自動トルクキャッピングを実行するように動作可能になり得、自動トルクキャッピングでは、パワートレインは、制御システムの制御の下、ドライバがアクセルペダルを押し下げた量に対応する最大値まで駆動トルクを発生させるように動作可能である。システムは、必要とされる駆動トルクの量を決定し、対応する駆動トルクの量を、瞬間アクセルペダル位置によって指示される最大値まで発生させるようパワートレインに指令するように構成される。必要とされる制御入力を指示する任意の適切な手段が、使用されてよく、声指令、触覚フィードバック、ディスプレイメッセージ、表、グラフおよびそのようなものを含む。

【0106】

方法は、ブレーキシステムおよび／またはパワートレイントルク低減システムを用いて駆動トルクの超過を補償することを含むことができる。したがって、エンジンおよび／ま

10

20

30

40

50

たは電気モータなどの作動装置が、実際の瞬間アクセル制御位置に対応する駆動トルクの量を発生させるよう指令される実施形態では、超過のトルクのための補償が、制動トルクの印加によっておおよび／またはパワートレイントルク低減システムを用いて行われる。

【0107】

パワートレイントルク低減システムは、1つまたはそれ以上のクラッチデバイスを備えることができ、このクラッチデバイスは、パワートレインの1つまたはそれ以上の場所におけるドライブラインのスリップを可能にするように動作可能であり、それによって1つまたはそれ以上の車輪に印加されたパワートレイントルクの量を低減する。ドライブラインスリップの量は、システムによって、たとえばマルチプレート湿潤クラッチデバイスまたは任意の他の適切なデバイスなどのクラッチデバイスのプレート間のクランプ圧力の量を変化させることによって管理される。他の配置構成もまた、有用である。

10

【0108】

本発明のこの態様のストラテジは、車輪スリップが、たとえば2%の所定の最小値を下回って降下する場合に自動的に止められてよく、または車両ドライバによって手動で無効またはディスエーブルにされてよい。ストラテジは、オフロード条件の選択または検出時、または牽引力の損失に遭遇され得る任意の他の状態、たとえば雪の中の運転中、または車両ナビゲーションシステムに関連付けられたマップデータが、車両が、アスファルトまたはコンクリート道路表面などのハイウェイまたは道路表面に対応しない地面上で運転していることを示す場合、自動的にイネーブルにされ得る。ナビゲーションシステムは、衛星ナビゲーションシステムまたは任意の他の適切なナビゲーションシステムになり得る。

20

【0109】

いくつかの実施形態では、ストラテジは、規定された1つまたはそれ以上の車両動作モードが、ドライバによって、または車両制御システムによって自動的に選択された場合に自動的にイネーブルにされ得る。たとえば、ストラテジは、冬モードまたはそのようなものが選択された場合、または「発進支援」モードの場合イネーブルにされ得る。車両は、1つまたはそれ以上の地形応答（TR）モードなどの、優勢な運転条件に応答する1つまたはそれ以上の他のモードにおいて動作可能になり得る。TRモードは、草地、砂利、雪または氷などのスリップしやすい表面上の走行に最適化された1つまたはそれ以上のモードを含むことができる。

【0110】

参照によってその内容が本明細書に組み込まれる、米国特許第7,349,776号明細書は、車両制御システムであって、ドライバが、運転条件の幅広い範囲にわたって、特にオフロードを運転するときに遭遇され得るいくつかの異なる地形上で改良された制御を実施することができる、車両制御システムを説明している。地形に関連するドライバ入力指令に応答して、車両制御システムは、いくつかの異なる運転モードまたはTRモードの1つにおいて作動するように選択される。各々のモードごとに、さまざまな車両サブシステムが、対応する地形に適切なやり方で作動される。上記で説明されたように、車両は、車両の動作が、停止状態から開始され、1つまたはそれ以上のTRモードの規定された組の1つが選択されたとき、本発明の実施形態によって発進支援を実施するように自動的に動作可能になり得る。いくつかの実施形態では、車両は、優勢な運転条件に適したTRモードを選択し、車両の動作が停止状態から開始されるときに本発明による移動制御を実施するよう自動的に動作可能になり得る。

30

40

【0111】

一実施形態では、あるモード（たとえば冬モード）が利用可能であり、ここでは、車両は、過剰な車輪スリップのリスクを低減するために第2または第3のギアなどの第1のギア以外の前方ギアにおいて休止状態から発進するように構成される。異なるモードは、異なるスロットルマップ（所与のスロットルペダル位置に対して発生したエンジントルクの量）、トルク送出（トランスミッションクラッチの係合が起こるよう制御される速度と組み合わせ、それによってギアシフトがどれだけ激しく起こるかを決定する、スロットルマップ）および表面摩擦係数の関数とするトランスミッションシフト点を有することがで

50

きる。たとえば、トランスミッションシフト点が配置されてよく、ここでは、ギアシフトは、別の形で行われ得るより遅い速度で、またより穏やかなやり方で（たとえばより遅い速度で）起こる。

【0112】

他の配置構成もまた、有用である。

【0113】

この態様のストラテジは、所定の車両速度を上回ってディスエーブルにされてよく、この速度は、車両ドライバによって設定されてよく、または車両システムによって自動的に設定されてよい。

【0114】

本発明の実施形態による方法は、通常、たとえば、意図された結果を達成するために、モータとトランスミッションおよび／またはトルクベクタリングシステムとの間の結合を自動的に変化させるように適合された、クラッチ制御システムなどの車両制御システムにおいて具現化される。クラッチは、トルク変換器のロックアップクラッチになり得る。制御システムは、さらに、エンジントルク／速度マップを変更することによってモータトルクを制御することができ、車両ドライバによる適切な制御の選択時に全自動になり得る。

【0115】

1つの実施形態では、制御システムは、モータ速度（たとえばエンジン速度または電気推進モータ速度）、トランスミッション速度、トランスミッション比、車輪速度、対地速度、およびそのようなものについての必要とされる情報を与える、ネットワークバスまたはそのようなものからの入力信号を有するクラッチ制御ECUの一部である。モータトルクなどの他の情報は、モータ速度を参照して、任意選択でドライバ要求トルク、燃料の流量、誘導空気流量および／または1つまたはそれ以上の他のパラメータなどの1つまたはそれ以上の他のパラメータと組み合わせてECUメモリのロックアップテーブルから導出され得る。

【0116】

車両ドライバによって開始された後、車両の移動は、モータとトランスミッションの間の所望の結合が達成されるまで、車両が所望の速度を有するまで、または車輪スリップが規定の閾値を下回るまで、全自動になり得る。閾値は、速度および／または摩擦係数などの1つまたはそれ以上の他のパラメータによって決まり得る。車両速度は、車両ドライバが手動制御を、たとえばアクセルペダルを前進させる（押し下げる）、ブレーキペダルを押し下げることによって手動制御を得るまでまたはこれを得ない限り、または別のシステムが引き継ぐまでまたは引き継がない限り、維持されてよく、後者は、たとえばクルーズ制御モジュールでよく、それによって車両ドライバは、通常の＋および－ボタンの使用によって速度を上下させることができる。

【0117】

システムは、車両の被駆動車輪間にエンジン出力を選択的に分配するためのトルク制御装置を含むことができる。

【0118】

制御装置は、それぞれの車輪ブレーキをかけることによって被駆動車輪の回転速度を制御するように適合され得る。

【0119】

システムは、複数の車両車輪に関してトルクベクタリングを実行するように動作可能になり得る。

【0120】

システムは、さらに、車両速度に対する対地速度を感知するための手段を含むことができる。

【0121】

たとえば、車両には、レーダベース技術、カメラベース技術、全地球測位システム衛星（GPS）システムベース技術、または任意の他の適切な技術などの地面上の走行の実際

10

20

30

40

50

の速度を測定するための手段が設けられてよい。車両速度とは、車両速度の知識を必要とする1つまたはそれ以上の車両システムによって使用される参照車両速度を意味する。参照車両速度は、車両速度の測定によって決定されてよく、1つまたはそれ以上の車輪のスリップ発生時に間違った値になりやすくなり得る。参照速度は、特に、車両のすべての車輪が、駆動され、すべての被駆動車輪のスリップが起こったときに間違った値になりやすくなり得る。

【0122】

システムは、車両の作動条件にしたがって最大に許容されるスリップを決定するように適合され得る。

【0123】

任意選択で、システムは、ブレーキおよび／またはアクセルペダルなどのドライバ制御される入力を変更するよう車両ドライバに指示するための指示デバイスを含む。

【0124】

システムは、アクセルペダルなどの制御入力を変更するよう車両ドライバに指令することによって駆動トルクの印加を指令するように動作可能になり得、それによって十分な駆動トルクを停止状態からの動作を開始するために発生させることを可能にする。

【0125】

システムは、車両HMIによって制御入力を変更するよう車両ドライバに指示するように動作可能になり得る。

【0126】

有利には、システムは、駆動トルクの印加を直接的に指令するように動作可能になり得る。

【0127】

したがって、システムは、パワートレインコントローラまたはエンジン制御装置などの、駆動トルクを印加するための車両システムと直接的に通信するように動作可能になり得る。

【0128】

本発明の実施形態は、自動トランスミッションを備えた車両において使用されてよく、また、手動トランスミッションを有する車両との使用に適合されてよい。手動トランスミッションを有する車両との使用のための実施形態では、システムは、車両が、トランスミッションギアセレクトアに加えて高／低比セレクトアを有した場合、適切なギアまたはギア構成を選択するようドライバを案内するように動作可能になり得る。ギア構成とは、高または低比のトランスミッションギアの特定の組み合わせ、任意選択で2つまたはそれ以上の組み合わせの選択を意味する。制御システムは、次いで、ドライバに、アクセルペダルが押し下げられなければならない量の指示を提供し、任意選択でこれに加えて、トランスミッションと係合するために車両のクラッチを解放するようドライバを案内することができる。制御システムは、クラッチを適切な量だけ、また、任意選択で車両のストール作用を防止するのに適した速度で解放するようドライバを案内することができる。制御システムは、さらに、車輪にブレーキをかけるようブレーキコントローラに直接的に指令することができ、これにより制動トルクは、車輪が回転し始めるときの1つまたはそれ以上の被駆動車輪のフレアを防止するために発生する。制動トルクが、電気マシンを用いて印加される場合、制御システムは、電気マシンによる制動トルクの印加を指令することができる。本発明の一実施形態では、緑色インジケータランプは、アクセルペダルがドライバによって十分に押し下げられたときに明るくなることができる。赤色ランプは、クラッチがあまりにも速い速度で解放された場合に明るくなることができる。他の配置構成もまた、有用である。

【0129】

保護が求められる本発明の1つの態様では、車両を走行路面上で動作状態に設定し、および／または前記車両の走行路面上の動きを維持するための制御システムであって、1つまたはそれ以上の被駆動車輪にブレーキをかけることを指令することによって移動制御を開始するように動作可能であり、さらに、1つまたはそれ以上の車輪にかけられたブレー

10

20

30

40

50

キによって車両が静止状態に保持されるように、1つまたはそれ以上の被駆動車輪への駆動トルクの印加を指令するように動作可能であり、引き続いて、印加された駆動トルクに対抗するために1つまたはそれ以上の被駆動車輪にブレーキがかけられ続ける間、停止状態から動作を開始するように動作可能である、制御システムが提供される。

【0130】

動作は、1つまたはそれ以上の車輪にかけられたブレーキによって発生した制動トルクの量を低減することによって、および／または1つまたはそれ以上の車輪にかけられた駆動トルクの量を増大させることによって、停止状態から開始され得る。

【0131】

各々の車輪には、それぞれの1つまたはそれ以上のブレーキが設けられ得ることを理解されたい。あるいは、ブレーキは、駆動トルクに対抗し、過剰な車輪スピンを防止するために、ドライブラインの所望の場所にかけてよい。

【0132】

保護が求められる本発明の別の態様では、先行する態様によるシステムを備える車両が、提供される。

【0133】

本発明の1つの態様では、複数の選択可能な作動条件と、先行する態様の1つによるシステムとを有する車両が、提供される。

【0134】

保護が求められる本発明の1つの態様では、ブレーキコントローラなどのブレーキ制御手段およびパワートレインコントローラなどのパワートレイン制御手段を備える車両速度制御システムが、提供される。ブレーキ制御手段およびパワートレイン制御手段は、被駆動車軸に印加されたトルクの正味量を制御するように動作可能である。作動においては、制御システムは、車両が、表面上にブレーキ制御手段が施されない状態でパワートレイン制御手段によって達成可能であるものの未満の速度で停止状態から加速することを可能にし、この場合、タイヤと地面の間の摩擦係数は、ほぼ1に等しく、すなわちこれは、比較的高い把持を提供する表面に等しい。これは、ブレーキ制御手段が、車両が加速されるときに抑制（ブレーキ）トルクを被駆動車輪にかけ、パワートレイン駆動トルクに対して作用するためである。これは、車両が比較的低い表面摩擦係数の表面上で加速しようとする場合、加速速度は、ドライバによって実際に達成可能であるものを上回ることができるという利点を有し、その理由は、ブレーキシステムを施すことで、正のパワートレイン駆動トルクが印加されたときの過剰な車輪スリップ（フレア）が防止されるためである。

【0135】

保護が求められる本発明の1つの態様では、制御システムによって実施される、車両を走行路面上で動作状態に設定し、および／または前記車両の走行路面上の動きを維持する方法が、提供される。方法は、移動制御を開始することを含むことができ、移動制御を開始することは、車両が静止状態に保持されるように、1つまたはそれ以上の車輪への制動トルクおよび駆動トルクの印加を制御システムによって指令することと、引き続いて、制動トルクが1つまたはそれ以上の車輪にかけられ続ける間、停止状態から動作を開始することを含む。ストラテジはまた、低摩擦表面上で車両進行を維持するために実施され得る。車両ドライバは、進行の維持を容易にするために、アクセルペダル位置などの制御入力を変更するよう指令され得る。

【0136】

保護が求められる本発明の別の態様では、指令をその上に記憶する非一時的コンピュータ可読記憶媒体であって、1つまたはそれ以上の電子プロセッサによって実行されたとき、1つまたはそれ以上のプロセッサに上記で説明された方法を実施させる、コンピュータ可読記憶媒体が、提供される。

【0137】

保護が求められる本発明の一態様では、車両を走行路面上で動作状態に設定し、前記車両の走行路面上の動きを維持するための制御システムであって、車両が静止状態に保持さ

10

20

30

40

50

れるように、１つまたはそれ以上の車輪への制動トルクおよび駆動トルクの印加によって移動制御を開始し、引き続いて、制動トルクが１つまたはそれ以上の車輪に印加され続ける間、停止状態から動作を開始するように動作可能であり、システムは、さらに、

走行路面上の１つまたはそれ以上の車両車輪のスリップの値を所定の範囲内に維持するために必要とされる、所要のドライバ制御入力を自動的に決定し、

前記スリップを維持するために車両への前記所要の制御入力に関する車両ドライバへの指示を与えるように構成される、制御システムが、提供される。

【０１３８】

一実施形態では、制御システムは、

電子プロセッサと、

電子プロセッサに電氣的に接続され、指令を記憶する電子メモリデバイスとを備え、

電子プロセッサは、メモリデバイスにアクセスし、メモリデバイス内に記憶された指令を実行するように構成され、

制御システムは、必要とされるドライバ制御入力を自動的に決定し、車両ドライバに指示を与えるように動作可能である。

【０１３９】

本願の範疇において、上記段落、クレーム、および／または以下の明細書および図面に記載された、さまざまな態様、実施形態、実施例、および択一例、特に個々の特徴物は、独立してまたは組み合わせて採用することができる。たとえば１つの実施形態に関連して説明された特徴物は、その特徴物が矛盾するものでなければ、すべての実施形態に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【０１４０】

以下の図面を参照しながら、単なる具体例として、本発明に係る実施形態を以下説明する。

【図１】本発明に係る一実施形態による車両を示す。

【図２】アクセルペダル位置をエンジントルク出力に関連付けるペダル進捗マップを示す。

。

【図３】本発明に係る実施形態の効果を示すグラフである。

【図４】図３に対応し、増大する車両速度を示す図である。

【図５】図３に対応し、相対的な車輪スリップを示す。

【図６】本発明に係る実施形態による車両制御ユニットの操作を説明するフローチャートである。

【図７】本発明の実施形態による制御システムで制御されたときの車両発進時における時間の関数とするパワートレイントルクおよび制動トルクのグラフである。

【発明を実施するための形態】

【０１４１】

図１は、本発明の一実施形態による車両１０の概略図である。車両１０は、内燃エンジンの形態を有する原動機または推進装置１１を有する。エンジン１１は、連結装置１３を介してトランスミッション１２に連結される。連結装置１３は、車両１０が停止状態から加速されるとき、トランスミッション１２が推進装置の速度に一致する速度まで漸進的に達することができるように構成されている。連結装置１３は、通常、摩擦クラッチ、トルクコンバータ等である。アクセルペダル１は、パワートレインコントローラ１７により制御されて、推進装置１１が出力するトルクの大きさを、ドライバが制御すること可能にする一方、ブレーキペダル２は、ドライバがブレーキコントローラ１６により制御されて、ドライバがブレーキシステムを操作することを可能にする。

【０１４２】

車両１０は、所望の車両動作モードを選択するためにドライバにより操作可能なモードセレクタ１４を含む。これらのモードは、たとえば、効果的な車両性能およびその機能を完全に発揮させるために、さまざまな地形条件に適したサスペンションおよびパワートレ

10

20

30

40

50

ンの設定を含むものであってもよい。これらのモードは、上記および米国特許第7,349,776号明細書に記載された「地形応答（トレイン・レスポンス）」モードまたはTRモードと呼ばれる。モードセクタ14を用いて、ドライバは、砂地、砂利、または岩肌上の走行に車両を最適にできるように操作することができる。いくつかの実施形態では、車両10は、1つまたはそれ以上の走行状態を検知するように構成された適当な車両搭載センサを用いて、動作モードを自動選択できるように構成してもよい。

【0143】

オフハイウェイ時（ハイウェイ以外の走行時）の停止状態からの車両の始動は、不適当な車両応答を回避するために注意を要する。図2は、草地、砂利または雪（GGS）21、砂地22、および岩肌23上を走行するときの典型的なペダル進捗マップを示し、ここでは、車両推進装置のトルク出力Tは、加速ペダル位置Pに基づいて制御される。すなわち砂地モードが選択されたとき、低い百分率（%）のペダル位置からアクセルペダルをわずかに踏み込むことにより、大きいトルクを出力することができる。対照的に、GGSモードでは、車輪のスピンを回避するために、低い5%のペダル位置に対するトルク出力は、あまり強いものではない。こうした場合、とりわけドライバが地形タイプを正しく判断しないとき、停止状態から車両を発進させる上で未熟なドライバを支援するための制御ストラテジ（制御手法）が必要とされる。

【0144】

本発明に係る実施形態は、停止状態から車両を発進させるようにドライバを支援するための発進支援機能を提供する。

【0145】

図1に示す実施形態では、停止状態からの車両の発進は、タイヤ／地形界面（地形路面）の間の最大牽引力を得るために、所定範囲内で意図的に車輪をスリップさせることによって実現することができる。意図的にスリップは、車両の少なくとも1つの車軸の被駆動車輪で起こしてもよいが、すべての従動軸で起こしてもよい。

【0146】

許容されるスリップの量（割合）は、車両タイプおよび地形のタイプ（分類）に応じて実験的に決定され、岩肌などの硬い路面に対しては5%程度に小さく、砂地などの柔らかい粒状路面に対しては20%程度まで大きくすることができる。スリップの量（割合）は、車両速度の関数としてもよい。いくつかの実施形態では、車両は、最大約50%のスリップを許容するように動作可能であってもよい。同様に、さまざまな地形条件に対して、他の車輪スリップの値が有用である。

【0147】

スリップの量（割合）という用語は、車輪速度が車両速度を超える量（割合）を意味するものと理解されたい。

【0148】

車両推進装置は、通常、車両が停止状態にあるとき、そのように指令される場合に駆動車輪の過剰な回転またはフレア（突発的な回転）を引き起こすのに十分なトルクを発生させることができる。従来式の差動ギアは、通常、1つの被駆動車輪を制御することなくスピンさせることがあるため、本発明のいくつかの実施形態は、過剰な車輪スピンを防止するように構成される。

【0149】

図1の実施形態の車両は、発進支援機能を実現するように動作可能な車両制御ユニット（VCU）15を有する。発進支援機能がアクティブである（動作中である）とき、VCU15は、車両が静止状態にあって、エンジン駆動トルクが1つまたはそれ以上の被駆動車輪に加えられたとき、その1つまたはそれ以上の被駆動車輪の加速に対抗するために、その1つまたはそれ以上の被駆動車輪に対して（圧力作動式ブレーキシステムの場合はブレーキ圧力等の）制動トルクの供給をブレーキコントローラ16に指令するように動作可能である。この制動トルクは、駆動トルクが加えられたときに車輪が突発的に回転するリスクを低減し、各車輪の正味トルクの増大速度が、パワートレインコントローラ17単体

10

20

30

40

50

により実現される増大速度を下回るよう制御される。

【0150】

いくつかの構成では、制動トルクは、被駆動軸の各車輪に加えられる。これは、地面と車軸の対向する車輪との間の表面摩擦係数の値が実質的に異なる状況では、一方の車輪が他方の車輪に対してスリップすることに実質的に起因して車両の進行が阻害されるリスクを低減することができる。いくつかの実施形態では、この問題を軽減するために、制御可能な制限スリップ機能付き差動ギアおよび／またはトルク誘導システムを用いることにより、車両トランスミッション12は、要求に応じて、個々の被駆動車輪にトルクを配分して与えてもよい。

【0151】

1つまたはそれ以上の車軸の被駆動車輪間に差動ギアボックスを有する実施形態では、1つの車輪が受ける表面摩擦係数が、他の車輪が受ける表面摩擦係数より低い場合、被駆動車輪に制動トルクを加えることにより、差動ギアの両側におけるトルクを好ましい手法で分配することができる。すなわち、より高い表面摩擦係数の表面に面した車輪に、より大きなトルクを加えるように、トルクを再分配することができる。

【0152】

理解されるように、これまでの知見によれば、車両が比較的に小さい程度を超えてスピンすることは、一般的に好ましくないと考えられ、先行技術にかかるシステムは、車輪スリップをできるだけ小さい値に維持しようとするものである。しかしながら本発明に係る実施形態によれば、要求される範囲内で意図的に制御されたスリップを起こすために、過剰なトルクを車両エンジン11から出力させる。特に車両10が停止状態から発進するとき、1つまたはそれ以上の被駆動車輪に制動トルクを供給することにより、スリップを制御することを支援することができる。

【0153】

被駆動車輪を制御されたスリップ状態に維持するために、スリップを判断する手段が必要である。適当なデバイスは、個々の車輪速度インジケータを含み、これらの車輪速度インジケータは、車両速度のインジケータと連動して、アンチロックブレーキセンサから得られるものでもよい。後者のインジケータは、従動車輪から、GPSシステムから、慣性測定ユニット（IMU）から、または任意の他の適当な手法で得ることができる。個々の車輪回転速度を測定し、または車両に対する地形の相対移動を検出するためにカメラシステムを設けることができる。電磁ビームを発信し、受信するレーダシステム等を用いて、地形上の車両速度の指示を与えることができる。

【0154】

車輪速度、車両速度、エンジン出力トルク、および他のパラメータの信号は、この実施形態では、コントローラエリアネットワーク（CAN）バス19である車両ネットワークバス上で利用可能である。信号は、たとえば10Hzを超える適切な更新レートで更新される。

【0155】

実験的に開発された適切なアルゴリズムまたは参照テーブルを用いて、適当なスリップの範囲が選択された地形条件に基づいて付与される。選択された地形条件は、上記で説明されたようなセクタ14を用いてドライバによって設定され、またはVCU15によって自動的に認識されるようにしてもよい。また付与されたスリップの範囲（程度）は、選択されたトランスミッション比、停止状態にある車両のピッチ角またはロール角等の他の要因を考慮に入れることができる。（雨センサ、またはフロントガラスワイパが「オン」に設定されているか否かを参照して）雨が降っているか否か等の環境要因も考慮に入れてよく、および／または車両が牽引しているか否か、サスペンションの荷重、周囲温度（周囲温度が実質的に0℃であるか否か等）の他の要因、および任意の他の適当な要因も考慮に入れてもよい。これらの要因の適当な信号は、通常、CANバス19上で利用可能である。

【0156】

図 3 は、砂地上で停止状態から発進するための一般的な特性を示す。車両ドライバは、HMI ディスプレイ 18 上に表示されたメニューから車両発進支援 (VLA) を選択することによって VLA 機能を初期化することができる。本発明に係る実施形態では、この機能は、完全自動発進 (フルオート発進) を実現するように動作可能である。たとえばドライバが支援を受けずに坂道を上ろうと奮闘しているとき、ドライバは、車両を停止させ、メニューから車両発進支援 (VLA) を選択することができる。

【0157】

車両発進支援 (VLA) 機能が選択された後、車両制御ユニット (VCU) 15 は、駆動される各車輪に制動トルクを加える (または維持する) ようにブレーキコントローラ 16 に指令し、この制動トルクの大きさは、被駆動車輪と走行表面との間の表面摩擦係数の推定値に基づいて決定される。いくつかの実施形態では、車両が停止状態にあるときに当初加えられる、または維持される制動トルクの大きさは、表面摩擦係数から独立した固定値である。制動トルクの大きさは、いくつかの実施形態では、車両の後退 (ロールバック) 等の好ましくない移動を回避するために、車両姿勢 (車両高さ) および選択ギア比に少なくとも部分的に基づいて決定することができる。

【0158】

車両制御ユニット (VCU) 15 は、次いで、当初の車輪スリップが $S\%$ であったものを約 20% にするために十分なエンジントルクを生成するようパワートレインコントローラ 17 に指令する。ドライバがアクセルペダル 1 を踏み込んで要求することなく、パワートレインは、このパワーを出力する。理解されるように、いくつかの実施形態では、正のパワートレイントルクは、実質的に一定の制動トルクを超えるように指令されてもよく、および/または制動トルクは、正味の車輪トルクを管理するために徐々に低減してもよい。車両が牽引力および速度 V (図 4) を得たとき、スリップの許容される割合は 5% まで徐々に低減され、これは特定の砂地状態では望ましいものである。より大きい速度であるとき、または異なる地形上にあるとき、相対的なスリップ値をさらに低減してもよい。約 10 km/h の定常速度に達成するまでの時間は、 $1\sim 3$ 秒の範囲となり、その時点で、車両ドライバは、アクセルペダル 1 を踏み込むことにより、またはクルーズコントロール等のいくつかの他の車両システムを作動させることにより引き継ぐことができる。定常速度は、発進支援機能がアクティブである間、使用条件に基づいて変更または選択することができる。

【0159】

本発明に係る 1 つの実施形態では、発進支援機能が動作可能状態 (イネーブル状態) になった後、VCU 15 は、車両ドライバからの任意の制御入力が、アクセルペダル 1、ブレーキペダル 2、パーキングブレーキスイッチ 16 PB、トランスミッション制御入力、または (設けられる場合) 手動ギアボックスクラッチの操作により検出された場合に発進支援機能を直ちに非動作可能状態 (ディスエーブル状態) にする。

【0160】

図 4 は、牽引力が得られ、速度が定常状態まで増大するときの時刻 t における車両速度 V の典型的な増大を示す。この定常状態速度は、当然ながら、地形および他の状態に応じて参照テーブル内に記憶された事前設定値に基づいて、またはアルゴリズムに基づいて変えることができる。

【0161】

図 5 は、車両速度 V が増大するときの典型的な車輪スリップ S を示す。最初、スリップは、実質的にゼロ (車輪静止状態) であるが、 20% まで急速に増大した後、 5% の定常状態値に低減する。車輪速度の小さい変動は、制御システムの更新レートにより補正することができ、更新レートは 10 Hz 以上であってもよい。

【0162】

次に図 6 のフローチャートを参照して、本発明に係る 1 つの実施形態を説明する。

【0163】

ステップ S101 において、車両 10 は、速度 $V = 0\text{ km/h}$ で静止しており、エンジ

10

20

30

40

50

ン 1 1 は回転している状態にある。車両のドライバは、H M I ディスプレイ 1 8 を用いて車両発進支援機能を選択する。

【0 1 6 4】

ステップ S 1 0 3 において、車両制御ユニット（V C U）1 5 は、パーキングブレーキスイッチ 1 6 P B により、パーキングブレーキが掛けられている（オン設定されている）か否か、トランスミッション 1 2 がドライブモードに設定されているか否か、およびドライバが現在、ブレーキペダル 2 を踏み込んでいるか否かについてチェック（確認）する。いくつかの実施形態では、V C U 1 5 は、ブレーキペダル 2 を踏み込んでいることを必要としない。また他の構成も有用である。

【0 1 6 5】

10

これらの条件を満たす場合、ステップ S 1 0 5 において、発進支援は「作動し」、すなわち V C U 1 5 は、発進支援機能を発揮するコンピュータプログラムコードを実行し始める。その後ドライバが、車両 H M I ディスプレイ 1 8 による指示に従ってペダル 1 を踏み込んだ後、H M I ディスプレイ 1 8 上に表示された「取消」ボタンを押し、アクセルペダル 1 から足を離すことにより発進支援機能を取り消す場合、またはドライバが、車両 H M I ディスプレイ 1 8 によりブレーキペダル 2 から足を離すように指示された後に、ブレーキペダル 2 を踏み込んだ場合、V C U 1 5 は、直ちにステップ S 1 3 1 に進み、ステップ S 1 3 1 では、発進支援は取り消され、V C U 1 5 は、発進支援機能を実施するコードの実行を終結する。

【0 1 6 6】

20

ステップ S 1 0 7 において、V C U 1 5 はドライバに（H M I ディスプレイ 1 8 を介して）、ブレーキペダル 2 から足を離し、アクセルペダル 1 を用いて、指示された踏込量だけ部分的にスロットルを開くように指示する。

【0 1 6 7】

ステップ S 1 0 9 において、V C U 1 5 は、車両 1 0 を静止状態に維持するために制動トルクの供給を指令し続けるとともに、所定の制動トルクの大きさに対抗して車両を発進させることができるのに十分な正のトルクが利用可能であるか否かについて判断する。この判断は、パワートレイントルク要求信号、実際に出力されたパワートレイントルクを示す信号を参照することによって、または任意の他の適切な手段によって行うことができる。V C U 1 5 が、十分なトルクが利用可能でないと判断した場合、V C U 1 5 は、ステップ S 1 0 7 に戻る。

30

【0 1 6 8】

十分なトルクが利用可能である場合、ステップ S 1 1 1 において、V C U 1 5 は、パーキングブレーキスイッチ 1 6 P B を用いてパーキングブレーキを解放するように、H M I ディスプレイ 1 8 を介してドライバに指示する。

【0 1 6 9】

ステップ S 1 1 3 において、V C U 1 5 は、所定の時間期間内においてパーキングブレーキを解放するようにパーキングブレーキスイッチ 1 6 P B が起動されたか否かを判断する。この実施形態では、この所定期間は 1 0 秒であるが、他の値もまた有用である。ドライバが、所定期間内でのスイッチ 1 6 P B を用いてパーキングブレーキの解放を入力しない場合、V C U 1 5 はステップ S 1 3 1 に進む。

40

【0 1 7 0】

ドライバが、所定期間内でのパーキングブレーキの解放を入力した場合、V C U 1 5 は、ステップ S 1 1 5 に進む。ステップ S 1 1 5 において、V C U 1 5 は、H M I 1 8 を介して、発進支援機能がアクティブである（動作状態にある）旨を表示し、ドライバにアクセルペダル位置に関してガイダンス（案内）を与える。とりわけ V C U 1 5 は、エンジン 1 1 が車両を発進させるのに十分なトルクを出力させるために、どの程度アクセルペダル 1 を踏み込む必要があるか、H M I 1 8 を介してドライバに指示する。

【0 1 7 1】

十分なトルクを出力していると V C U 1 5 が判断した後、ステップ S 1 1 7 において、

50

V C U 1 5 は、車両 1 0 の被駆動車輪に負荷される制動トルクの低減を指令するようにブレーキコントローラ 1 6 に制御する。V C U 1 5 が決定した所定の大きさの制動トルクは、被駆動車輪に継続的に負荷される。車両 1 0 の必ずしもすべての車輪が駆動されない状況（2 輪駆動車両、または 2 輪駆動構成で動作する 4 輪駆動車両等）では、V C U 1 5 は、従動車輪に対する制動トルクを実質的に完全な解放するように指示することにより、車輪は、制動トルクが実質的に負荷されない状態で自由に回転することができる。このとき従動車輪は、有用な車両参照速度を提供することができる。

【0 1 7 2】

そして V C U 1 5 は、エンジン 1 1 により出力され、必要に応じて被駆動車輪に加えられるトルクの増減を指令することができることを理解されたい。いくつかの実施形態では、V C U 1 5 が要求する大きさの駆動トルクを出力するために、エンジントルクを調節する代わりに、パワートレインコントローラ 1 7 が、クラッチ、トルクコンバータを用いて、または任意の他の適当な手段を用いて被駆動車輪に出力される駆動トルクの大きさを調節するように動作可能であってもよい。

【0 1 7 3】

ステップ S 1 1 9 において、V C U 1 5 は、ドライバがアクセルペダル 1 を解放したか（アクセルペダルから足を離したか）否か、またはブレーキペダル 2 を踏み込んだか否かを判断する。そのような事象が起こった場合、V C U 1 5 は、ステップ S 1 3 1 に進み、車両発進支援機能は非アクティブ（非動作状態）にされる。

【0 1 7 4】

このような事象が起こっていない場合、ステップ S 1 2 1 において、V C U 1 5 は、パワートレイン駆動トルクおよび制動トルクを同時に／同期させて制御することにより、車輪スリップ量（割合）を所定範囲内に維持し続ける。

【0 1 7 5】

ステップ S 1 2 3 において、V C U 1 5 は、車両速度 V および車両加速度を参照することにより車両走行をチェック（確認）する。V C U 1 5 は、ステップ S 1 2 1 と同様に、車輪スリップ量を所定範囲内に維持し続ける。

【0 1 7 6】

ステップ S 1 2 5 において、V C U 1 5 は、所定の車両速度（1 0 k m / 時または任意の他の適当な速度等）に達したか否か、または発進支援が作動した後、所定の時間期間が経過したか否かを判断する。いずれかの条件を満たす場合、V C U 1 5 はステップ S 1 3 1 に進み、発進支援が中止される（取り消される）。いずれの条件も満たさない場合、V C U 1 5 はステップ S 1 1 9 に進む。

【0 1 7 7】

ここで図 7 を参照して、本発明に係る 1 つの実施形態による V C U 1 5 を有する制御システムの動作について説明する。

【0 1 7 8】

図 7 は、車両 1 0 が V C U 1 5 により制御されて停止状態から発進する際の時間関数としてのパワートレイントルク T_q （トレース A）およびブレーキ圧力 P（トレース B）のプロットである。車両 1 0 の被駆動車輪に加えられた正味の大きさのトルク T_{qNET} をトレース C で示す。時間の関数としてのブレーキペダル位置信号の値をトレース D で示し、ゼロの値は、解放されたブレーキペダル 2 に対応し、1 の値は、ほぼ完全に踏み込まれたブレーキペダル 2 に対応する。

【0 1 7 9】

図 7 のプロットの目的において、車両 1 0 は、駆動トルクが車両の後輪 1 0 R W の対ではなく、前輪 1 0 F W の対に加えられる前輪駆動モードで動作するものと考えられる。後輪 1 0 R W の回転速度の測定値は、車両速度を決定するために使用される。また車両 1 0 は、前輪 1 0 F W および後輪 1 0 R W が駆動される 4 輪駆動モードでも動作可能である。

【0 1 8 0】

時刻 $t = 0$ において、車両 1 0 は、パーキングブレーキセクタ 1 6 P B を介して選択

10

20

30

40

50

されたパーキングブレーキを用いて静止状態に維持される。パーキングブレーキが掛けられたとき、ブレーキコントローラ 16 により制御されて、値 P 1 のブレーキ圧力がブレーキシステムに負荷される。エンジン 11 は、駆動トルク Tq_1 を出力するアイドリング速度で回転するように制御される。

【0181】

そしてドライバは、HMI ディスプレイ 18 を介して車両発進支援機能を選択する。VCU 15 は、パーキングブレーキが動作中であり、車両が静止状態にあると判断すると、HMI ディスプレイ 18 を介してブレーキペダル 2 を踏み込み、トランスミッション 12 をドライブモード「D」を選択（設定）するようにドライバに指示を与える。ドライバが時刻 t_1 においてそのようにするとき、ブレーキ圧力の大きさは P 2 まで増大する。

10

【0182】

時刻 t_2 において、ドライバがブレーキペダル 2 を踏み込み、トランスミッション 12 をドライブモードに設定してから所定の期間後、VCU 15 は、ブレーキペダル 2 を解放し、アクセルペダル 1 を指示された程度だけ踏み込むことによりスロットルを部分的に開くようにドライバに指示を与える。

【0183】

時刻 t_2 において、ドライバは、アクセルペダル 1 を踏み込み、時刻 t_3 において、エンジン 11 が出力するトルクの大きさは Tq_2 に達する。VCU 15 は、この大きさのトルクが車両を発進させるのに十分であると判断し、セクタ 16 PB を用いてパーキングブレーキを解放するようドライバに指示を与える。

20

【0184】

時刻 t_4 において、ドライバは、セクタ 16 PB を用いてパーキングブレーキを解放するように選択する。ドライバが、そのような指示を受けた瞬間から 10 秒のタイムアウト期限内にパーキングブレーキを解放しない場合、発進支援機能は取り消される。ドライバが、この期間内にパーキングブレーキを解放する場合、VCU 15 は、前輪 10 FW に加えられたブレーキ圧力を値 P 2 から値 P 3 まで徐々に低減するようにブレーキコントローラ 16 に指令する。このとき、従動後輪 10 RW に加えられたブレーキ圧力は、本質的にゼロまで低減される。

【0185】

前輪 10 FW に対するブレーキ圧力が低減されるにつれて、前輪 10 FW に加わる正味の正の駆動トルクは、トレース C で示すように増大する。こうして車両 10 は静止状態から加速し始める。

30

【0186】

VCU 15 は、被駆動車輪 10 FW の回転速度と従動後輪 10 RW の回転速度と比較することにより、スリップをモニタする。VCU 15 は、車輪スリップの所定値を維持するために、ブレーキ圧力 P を必要に応じて調節する。車輪スリップの所定値は、車輪と地面の間の摩擦係数および車両 10 の速度 V の関数である。また所定値の車輪スリップは、モードセクタ 14 で示す選択車両モードに応じたものである。

【0187】

時刻 t_5 において、VCU 15 は、車両 10 が加速しており、加速度が車輪スリップとの期待された相関関係を有し、満足できる推進（走行）が実現されていると判断する。理解されるように、加速度が所定値の車輪スリップに対して期待されるものより小さいとき、車両 10 は、車輪スリップを低減し、加速度を増大させるために、ブレーキ圧力 P を増大させてもよい。また VCU 15 は、エンジン 11 のエンストを防止するために、エンジン 11 が出力するパワートレイントルクを調整してもよい。

40

【0188】

あるいは、VCU 15 は、車輪速度を増大させるためにブレーキ圧力 P を低減して、車両 10 が走行している路面の性状に応じて加速度を増大させるために車輪スリップを低減してもよい。VCU 15 が行う一連の動作は、車輪と路面との間の表面摩擦係数、（たとえば選択された TR モードを参照することにより決定された）地形のタイプ、走行路面の

50

凹凸、車輪アーティキュレーション、車両姿勢（車両高さ）、周囲温度、および／または降雨の有無の判断等を含む、1つまたはそれ以上の要因によって依存するものであってもよい。

【0189】

満足できる推進（走行）が実現されていると判断した結果として、時刻 t_5 において、VCU15は、推進（走行）を維持するために、 $Tq2$ より大きい $Tq3$ の値までのエンジントルクの増大を指令する。その後、時刻 t_6 において、VCU15は、車両10の速度が、所定値（この実施形態では、 $V = 10 \text{ km/時}$ ）に近づいていると判断する。したがってVCU15は、時刻 t_6 と時刻 t_7 の間において前輪に負荷されたブレーキ圧力 P を実質的にゼロになるまで低減する。エンジン11が出力したトルクの大きさは、制動トルクの対応する低減を補償するために、ブレーキが解放されるときに調整してもよい。時刻 t_7 において、車両は、所定期間（この実施形態では、5秒間）、 10 km/時 の速度を維持するように制御され、VCU15は、車両発進支援機能が完了したことをドライバに知らせる。理解されるように、VCU15は、ドライバがアクセルペダル1またはブレーキペダル2を踏み込んだ場合、所定期間が経過する前に発進支援機能を終了するように動作可能である。

10

【0190】

本発明の実施形態に関する明細書は、停止状態からの車両の始動に関する。追加的または択一的に、本発明に係るいくつかの実施形態によるシステムおよび方法を用いて、摩擦係数が小さい路面または摩擦係数が変動する路面の上での車両の推進（走行）を維持することができる。すなわち、たとえばアクセルペダル位置が一定であるのに、車両が減速することにより示唆される推進不具合を検出したとき、VCU15は、本発明による牽引支援機能を自動的に実行するように動作可能であってもよく、このとき駆動トルクに対抗するような制動トルクが1つまたはそれ以上の被駆動車輪に加えられる。そして車両10が適当な手法で地形上の走行速度を増大し、または少なくとも維持できる範囲内でスリップを維持するように車両車輪スリップが制御される。理解されるように、パワートレイン駆動トルクに対抗する制動トルクが存在するため、過剰な車輪スリップを低減し、車輪スリップをより正確に制御することができる。

20

【0191】

こうした構成は、状況に応じて、車両ドライバが操作することなく、1つまたはそれ以上の車輪に自動的にブレーキ力を加え、解放することを伴うものであってもよい。HMIディスプレイ18または触覚インジケータ上で適当に指示することにより、牽引補助機能の起動をドライバに警告してもよい。必要ならば、牽引補助機能を禁止するための手段を車両ドライバのために設けてもよい。

30

【0192】

択一的または追加的な方法において、ドライバが発進支援機能とは無関係に停止状態から路面上を始動させようとしたとき、所定値を超える車輪スリップが牽引力損失を示すものとして検出される。VCU15は、発進支援機能を自動的に実行することにより、この状況に応答する。こうしてVCU15は、車両10を路面上で効率よく推進させるために、被制御スリップ（制御されたスリップ）を維持するストラテジを実行する。被駆動車輪にフレア（突発的な回転）が生じるリスクを低減するために、制動トルクを自動的に供給する。車両を始動させるのに十分な駆動トレイントルクを維持するために、主にアクセルペダル位置を変更することにより入力信号を制御するように、車両システムがドライバに指示を与える。このようにして、適度に過剰で、かつ適当な最大トルクを得ることができる。制動トルクを増大させることにより、または任意の他の適当な手段により、任意の瞬間に供給される過剰トルクに対抗することができる。車両ドライバへの指示は、任意の適当な方法を用いてもよく、これは、音声指示、触覚フィードバック、HMIディスプレイ18を介したメッセージまたは必要とされるアクセルペダルの踏込量をドライバに案内するために、実際の必要とされるパワートレイントルクを示す表もしくはグラフの表示を含むものであってもよい。適当な電子制御ユニットは、車両が所望のスリップの割合を自動

40

50

的に維持することができるように、車輪スリップの測定、推定、または検出に応答してドライバに指示してもよい。

【0193】

いくつかの実施形態では、パワートレインが出力した正の駆動トルクの大きさは、エンジンアイドリング速度を制御することにより調節することができる。アイドリング速度は、制動トルクを自動的に供給することによるエンストを防止するように制御することができる。

【0194】

本発明の実施形態は、オフロード運転に最適化されない車両においても有用であることが理解される。本発明に係る実施形態は、車両の前輪または後輪のみ駆動される車両に用いられるのに適している。こうした車両は、表面摩擦係数が比較的に小さい路面（たとえば湿った草地、雪、または氷の上）で走行する場合がある。車両は、限定的な牽引力および過剰な車輪スリップにより、路面上の推進が困難となる状況に直面することがある。本発明に係る実施形態は、そのような路面上を走行するとき、こうした車両が実質的に改善された牽引能力を実現するという利点を有する。改善された牽引能力によれば、とりわけオフロード運転経験を有さないドライバにとっては、そのような推進（走行）を実現できないときでも、車両を上記路面で推進させることができる。本発明に係る実施形態は、トラック、およびバス等の最大積載状態と空荷状態との間で運転特性が実質的に変化する車両において有用に適用することができる。

10

【0195】

以下の番号付けされた段落を参照すると、本発明に係る実施形態を理解することができる。

20

【0196】

段落1：

走行路面上で移動している車両を設定し、走行路面上の車両の移動を維持するための制御システムで実行される方法であって、

制御システムを用いて、車両が静止状態に維持されるように、制動トルクおよび駆動トルクを1つまたはそれ以上の車輪に供給するように指令するステップと、

制動トルクを供給し続けながら、静止状態から移動を開始させるステップと、

走行路面上の1つまたはそれ以上の車両車輪のスリップを自動的に維持するステップとを有し、

30

維持されるスリップの値は、所定の範囲内であることを特徴とする方法。

【0197】

段落2：

維持されるスリップの値が、走行路面の1つまたはそれ以上の性状に基づいて決定される、段落1に記載の方法。

【0198】

段落3：

維持されるスリップの値が、車両速度に依存する、段落1に記載の方法。

【0199】

段落4：

車両速度が大きいほど、維持されるスリップの値が小さい、段落3に記載の方法。

40

【0200】

段落5：

車両速度が推進装置の速度に対応する速度に近づくほど、維持されるスリップの値が自動的に低減される、段落1に記載の方法。

【0201】

段落6：

スリップが、5～20%の範囲内に維持される、段落1に記載の方法。

【0202】

50

段落 7 :

走行路面上の車両速度が所定値を超えると、移動制御を自動的に終了するステップを含む、段落 1 に記載の方法。

【0203】

段落 8 :

所定時間が経過すると、移動制御を自動的に終了するステップを含む、段落 1 に記載の方法。

【0204】

段落 9 :

車両と走行路面の間の表面摩擦係数の値が所定値を超えると、移動制御を自動的に終了するステップを含む、段落 1 に記載の方法。

10

【0205】

段落 10 :

ユーザ操作可能な移動制御入力デバイスの状態に基づいて移動制御を開始するステップを含む、段落 1 に記載の方法。

【0206】

段落 11 :

走行路面の 1 つまたはそれ以上の性状に基づいて移動制御を自動的に開始するステップを含む、段落 1 に記載の方法。

【0207】

20

段落 12 :

1 つまたはそれ以上の車輪と走行路面の間の表面摩擦係数の値に基づいて移動制御を自動的に開始するステップを含む、段落 11 に記載の方法。

【0208】

段落 13 :

車両が最後に移動した後に降雨があったか否かの判断、および車両が最後に移動した後の 1 つまたはそれ以上の測定された周囲温度の値から選択された少なくとも一方に基づいて、表面摩擦係数の現在値を推定するステップを含む、段落 12 に記載の方法。

【0209】

段落 14 :

30

ドライバによる車両の運転条件の選択を含む、段落 1 に記載の方法。

【0210】

段落 15 :

制御システムによる車両の運転条件の自動選択を含む、段落 1 に記載の方法。

【0211】

段落 16 :

運転条件が、1 つまたはそれ以上の車両サブシステムの所定の構成に対応する、段落 14 に記載の方法。

【0212】

段落 17 :

40

所定の車両運転条件の選択時に移動制御を自動的に開始するステップを含む、段落 14 に記載の方法。

【0213】

段落 18 :

車両の運転条件に基づいて最大の許容されるスリップを決定するステップを含み、スリップを最大許容される値に制限するステップを含む、段落 14 に記載の方法。

【0214】

段落 19 :

車両の前方加速度を 1.5 m/s^2 未満に制限するステップを含む、段落 1 に記載の方法。

50

【0215】

段落20：

実際の車両速度が、現時点のエンジン速度に対する理論的な車両速度の90%より大きい場合、移動制御を中止する、段落1に記載の方法。

【0216】

段落21：

スリップを判断するために、トランスミッション速度と従動車輪の速度とを比較するステップを含む、段落1に記載の方法。

【0217】

段落22：

スリップを判断するために、トランスミッション速度と対地速度を比較するステップを含む、段落1に記載の方法。

【0218】

段落23：

スリップを判断するために、被駆動車輪のトルク応答を用いるステップを含む、段落1に記載の方法。

【0219】

段落24：

移動制御を開始するステップは、車両を加速させるために制動トルクを加え続ける間、1つまたはそれ以上の車輪に加えられる正味のトルクを調整するステップを含む、段落1に記載の方法。

【0220】

段落25：

車両の前方部分と後方部分の間の車両重量の分布に応じて、所与の車軸の車輪に加わる制動トルクの大きさを選択するステップを含む、段落1に記載の方法。

【0221】

段落26：

車両に必要な制御入力を車両ドライバに通知するステップを含む、段落1に記載の方法。

【0222】

段落27：

1つまたはそれ以上の車輪に十分な駆動トルクを加えて移動制御を開始するために、所定値のアクセル制御を実行するように車両ドライバに通知するステップを含む、段落26に記載の方法。

【0223】

段落28：

アクセル制御の現時点の位置に対応する大きさの駆動トルクを加えることを指令するステップを含む、段落27に記載の方法。

【0224】

段落29：

ブレーキシステムおよび／またはパワートレイントルク低減システムを用いて過剰な駆動トルクを補償するステップを含む、段落27に記載の方法。

【0225】

段落30：

低摩擦走行路面上にある車両の移動を維持する方法であって、
車両の牽引力の損失を検出するステップと、
制動トルクおよび駆動トルクを1つまたはそれ以上の車両車輪に供給するストラテジを実行するステップと、
走行路面上の1つまたはそれ以上の車輪のスリップを所定の範囲内に維持するのに必要な制御入力を決定するステップと、

10

20

30

40

50

前記ストラテジを実行しているとき、スリップを維持するために車両に必要な制御入力を車両ドライバに通知するステップとを含む、方法。

【0226】

段落31：

所定の範囲が5～20%である、段落30に記載の方法。

【0227】

段落32：

牽引力の損失が、任意のタイヤ／路面界面において2%を上回るスリップを含む、段落30に記載の方法。

【0228】

段落33：

ダッシュボードメッセージ、音声メッセージ、および／または警告トーンによって車両ドライバに通知するステップを含む、段落30に記載の方法。

【0229】

段落34：

車両への制御入力が、アクセルペダル位置の変動を含む、段落30に記載の方法。

【0230】

段落35：

ストラテジは、車輪スリップが所定の最小値を下回る場合に自動的に中止される、段落30に記載の方法。

【0231】

段落36：

ストラテジは、車両ドライバにより非動作状態にされるように構成された、段落30に記載の方法。

【0232】

段落37：

ストラテジは、オフロード条件の選択または検出時に自動的に動作状態にされる、段落30に記載の方法。

【0233】

段落38：

ストラテジは、所定の車両速度を超えたとき非動作状態にされる、段落30に記載の方法。

【0234】

段落39：

命令を記憶する非一時的コンピュータ可読記憶媒体であって、1つまたはそれ以上の電子プロセッサによって実行されたとき、1つまたはそれ以上のプロセッサに、前記段落のいずれか1つの方法を実施させる、非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

【0235】

段落40：

走行路面上で移動している車両を設定し、走行路面上の車両の移動を維持するための制御システムであって、

車両が静止状態に維持されるように、制動トルクおよび駆動トルクを1つまたはそれ以上の車輪に供給するように指令するように動作可能であり、

制動トルクを1つまたはそれ以上の車輪に供給し続けながら、静止状態から移動を開始させるように動作可能であり、さらに

走行路面上の1つまたはそれ以上の車両車輪のスリップを自動的に維持するように構成され、

維持されるスリップの値は、所定範囲内にある、制御システム。

【0236】

段落41：

10

20

30

40

50

電子プロセッサと、
電子プロセッサに電氣的に接続され、指令を記憶する電子メモリデバイスとを備え、
電子プロセッサは、メモリデバイスにアクセスし、メモリデバイス内に記憶された指令
を実行するように構成され、

制御システムは、移動制御を開始し、スリップの値を所定の範囲内に自動的に維持する
ように動作可能である、段落 40 に記載の制御システム。

【0237】

段落 42：

電子プロセッサは、車両が走行している走行路面の 1 つまたはそれ以上の性状を示す電
気信号を受けるための入力部を含み、

電子プロセッサは、走行路面の 1 つまたはそれ以上の性状を示す信号に基づいてスリッ
プの値を決定するように構成される、段落 41 に記載の制御システム。

【0238】

段落 43：

電子プロセッサは、車両速度を示す電気信号を受けるための入力部を含み、

電子プロセッサは、車両速度を示す電気信号に依存するスリップの値に基づいて維持さ
れるスリップの値を決定するように構成される、段落 41 に記載の制御システム。

【0239】

段落 44：

車両速度が大きいほど、維持されるスリップの値が小さい、段落 43 に記載の制御シス
テム。

【0240】

段落 45：

電子プロセッサは、車両のエンジン速度を示す電気信号を受けるための入力部を含み、

電子プロセッサは、車両のエンジン速度を示す電気信号および車両速度を示す電気信号
を自動的に比較し、車両速度がエンジン速度に対応する速度に近づくほど、維持されたス
リップの値が低減されるように構成される、段落 44 に記載の制御システム。

【0241】

段落 46：

静止状態から移動を開始させるのに十分な駆動トルクを出力するために、制御入力を変
更するよう車両ドライバに指示することにより、駆動トルクの供給を指令するように動作
可能である、段落 39 に記載のシステム。

【0242】

段落 47：

車両のヒューマン・マシン・インターフェースを介して制御入力を変更するよう車両ド
ライバに指示するように動作可能である、段落 46 に記載のシステム。

【0243】

段落 48：

駆動トルクの供給を直接的に指令するように動作可能である、段落 39 に記載のシステ
ム。

【0244】

走行路面上で移動している車両を設定し、走行路面上の車両の移動を維持するための制
御システムであって、

車両が静止状態に保持されるように、制動トルクおよび駆動トルクを 1 つまたはそれ以
上の車輪に供給することにより移動制御を開始するように動作可能であり、

1 つまたはそれ以上の車輪に制動トルクを供給し続けながら、静止状態から移動を開始
させるように動作可能であり、さらに

走行路面上の 1 つまたはそれ以上の車両車輪のスリップの値を所定の範囲内に維持する
ために必要とされる、所要のドライバ制御入力を自動的に決定し、

スリップを維持するために、車両への所要のドライバ制御入力を車両ドライバに指示す

10

20

30

40

50

るように構成された、制御システム。

【0245】

段落50：

電子プロセッサと、

電子プロセッサに電氣的に接続され、指令を記憶する電子メモリデバイスとを備え、

電子プロセッサは、メモリデバイスにアクセスし、メモリデバイス内に記憶された指令を実行するように構成され、

制御システムは、必要とされるドライバ制御入力を自動的に決定し、車両ドライバに指示を与えるように動作可能である、段落49に記載の制御システム。

【0246】

10

段落51：

段落39に記載のシステムを備える車両。

【0247】

本願明細書の発明の詳細な説明及びクレームを通して、「備える (comprise)」および「含む (contain)」の用語、およびこれらの用語から派生した「備えた (comprising)」および「備え (comprises)」の用語は、「これらに限定することなく有する」という意味であり、その他の部分、付随物、成分、整数、またはステップを排除することを意図したものではない。

【0248】

本願明細書の発明の詳細な説明及びクレームを通して、単数形は、文脈上要求されるものでなければ、複数形のものを含む。特に、不定冠詞を用いた場合には、文脈上要求されるものでなければ、単数形のみならず、複数形のものを含むものと理解すべきである。

20

【0249】

本発明に係る特定の態様、実施形態、または実施例に関連して説明した特徴物、整数、特性、成分、化学成分、または化学塩基は、矛盾するものでなければ、任意の他の態様、実施形態、または実施例に適用可能であるものと理解すべきである。

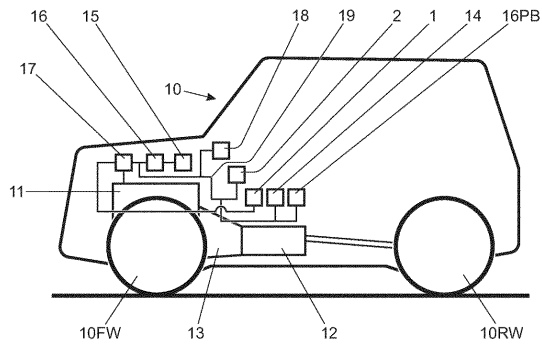
【符号の説明】

【0250】

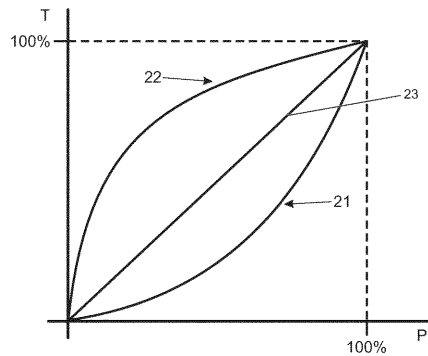
1…アクセルペダル、2…ブレーキペダル、10…車両、11…推進装置 (エンジン)、13…連結装置 (トランスミッション)、14…モードセレクタ、15…車両制御ユニット (VCU)、16…ブレーキコントローラ、16PB…パーキングブレーキスイッチ、17…パワートレインコントローラ、18…HMIディスプレイ、19…コントローラエリアネットワーク (CAN) バス。

30

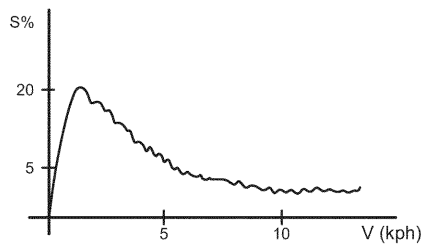
【図 1】



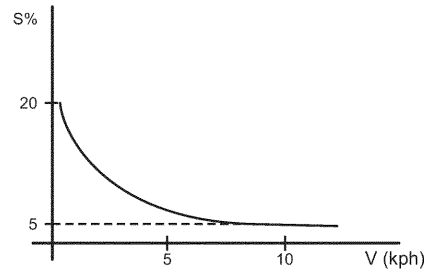
【図 2】



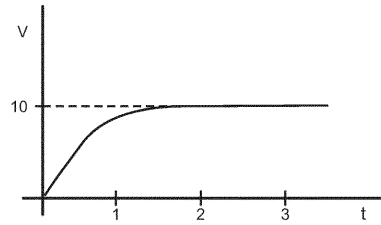
【図 5】



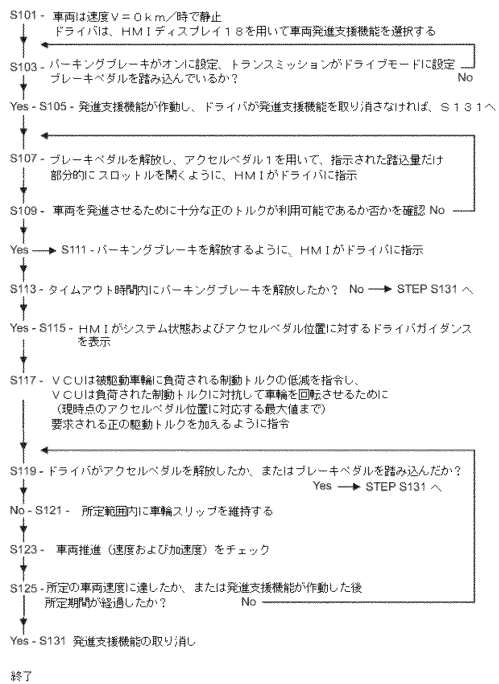
【図 3】



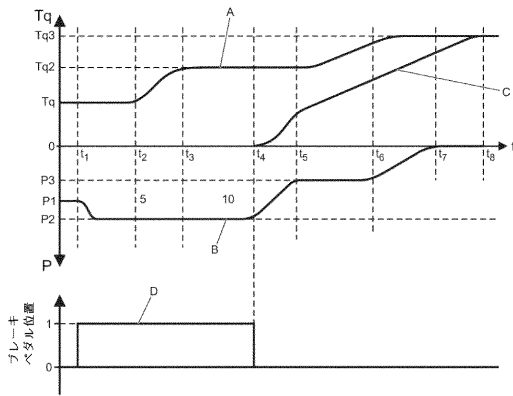
【図 4】



【図 6】



【図 7】



【手続補正書】

【提出日】平成29年9月19日(2017.9.19)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

走行路面上で移動している車両を設定し、走行路面上の車両の移動を維持する方法であって、

車両が静止状態に維持されるように、制動トルクおよび駆動トルクを1つまたはそれ以上の車輪に供給するように指令するステップと、

制動トルクを供給し続けながら、静止状態から移動を開始させるステップと、

走行路面上の1つまたはそれ以上の車両車輪のスリップの値を自動的に維持するステップとを有し、

維持されるスリップの値は、所定の範囲内であることを特徴とする方法。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
B 6 0 W	50/10	(2012.01)	B 6 0 W	40/107
B 6 0 W	40/107	(2012.01)	B 6 0 W	50/14
B 6 0 W	50/14	(2012.01)	B 6 0 W	30/182
B 6 0 W	30/182	(2012.01)	B 6 0 T	7/12
B 6 0 T	7/12	(2006.01)		A

(72)発明者 アンドリュー・フェアグリーブ
英国シーブイ 3・4エルエフ、ワーウィックシャー、コベントリー、ホイトリー、アビー・ロード、ジャガー・ランド・ローバー、パテント・デパートメント・ダブリュー／1／0 7 3

(72)発明者 ジェイムズ・ケリー
英国シーブイ 3・4エルエフ、ワーウィックシャー、コベントリー、ホイトリー、アビー・ロード、ジャガー・ランド・ローバー、パテント・デパートメント・ダブリュー／1／0 7 3

F ターム(参考) 3D241 AA30 AA32 AA48 AB01 AC01 AC26 AD02 AE01 AE20 AE41
AF09 BA24 BA49 BA60 BB05 BB24 BB51 BC01 CB08 CC02
CC03 CC08 CD03 CD11 CD28 DA03Z DA04Z DA13Z DA19Z DA20Z
DA27Z DA28Z DB02Z DB27B DB32Z DB47Z DC47Z DC51Z
3D246 AA12 DA01 EA02 GB18 GC07 HA02A HA06A HA08A HA23A HA25A
HA26A HA51A HA55A HA64A HA72A HA86A HA96A HA97A HB02A HB07A
HB09A HB21A HB25A JA12 JA15 JB43 KA19 MA37

【外国語明細書】

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

1

VEHICLE TRACTION CONTROL

TECHNICAL FIELD

The present invention relates to vehicle traction control and particularly, but not exclusively, to a system and method of improving traction control of a vehicle, for example moving a vehicle from rest, and maintaining vehicle progress in off-highway conditions. Aspects of the invention relate to a method, to a system and to a vehicle.

BACKGROUND

Moving a vehicle from rest in highway conditions on a dry asphalt surface is well understood. Where a coefficient of friction (μ or 'mu') between vehicle tyres and ground is reduced or inconsistent, a conventional approach to vehicle launch may result in excessive slip of one or more wheels. This is particularly problematic for novice drivers in off-highway conditions. For example on sand, injudicious spinning of the wheels may cause the vehicle to excavate the sand and fail to gain sufficient traction to make progress over the sand. The novice off-highway driver may not appreciate, from inside the vehicle, that one or more wheels are spinning, and the fitment of deep tread off-highway tyres may exacerbate this problem due to their tooth-like excavating properties. Furthermore, in some situations excessive wheel spin can result in damage to the surface on which the vehicle is driving, particularly in the case of relatively fragile surfaces such as grass.

When a vehicle is in motion in slippery conditions, it may be relatively easy to induce excessive wheel spin and thereby lose traction, especially where variations in μ are experienced as the vehicle progresses.

It is against this background that the present invention has been conceived. Embodiments of the invention provide a method and system of moving a vehicle from rest and/or maintaining motion of said vehicle over the driving surface. Other aims and advantages of the invention will become apparent from the following description, claims and drawings.

SUMMARY OF THE INVENTION

Aspects of the invention provide a method, a system and a vehicle as claimed in the appended claims.

In one aspect of the invention for which protection is sought there is provided a method of setting a vehicle in motion over a driving surface and/or maintaining motion of said vehicle

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

2

over the driving surface implemented by a control system, said method comprising initiating motion control, initiating motion control comprising:

commanding by the control system application of brake torque and drive torque to one or more wheels such that the vehicle is held stationary;

5 subsequently initiating motion from rest whilst brake torque continues to be applied to the one or more wheels.

In an aspect of the invention for which protection is sought there is provided a method of setting a vehicle in motion over a driving surface and maintaining motion of said vehicle over
10 the driving surface, the method comprising:

commanding application of brake torque and drive torque to one or more wheels such that the vehicle is held stationary;

subsequently initiating motion from rest whilst brake torque continues to be applied to the one or more wheels,

15 wherein the method further comprises automatically maintaining slip of one or more vehicle wheels over the driving surface, wherein the value of slip maintained is within a predetermined range.

In an embodiment the value of slip maintained may be determined in dependence on one or
20 more characteristics of the driving surface. Optionally, the value of slip maintained may further depend on the speed of the vehicle.

In some embodiments the value of slip maintained may decrease with increasing vehicle speed.

25 In some embodiments the value of slip maintained may be automatically reduced as the vehicle speed approaches a speed that corresponds to the motor speed.

In some embodiments the slip may be maintained in the range 5-20%.

30 It is to be understood that brake torque is therefore applied to the one or more wheels to oppose the drive torque whilst the one or more wheels are driven substantially from a rest condition in which the vehicle is substantially stationary.

35 Embodiments of the present invention have the advantage that a risk of flare of the one or more wheels, in which excessive wheel spin occurs, may be reduced. As noted above, when a vehicle is seeking to initiate motion from rest on a surface having a relatively low

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

3

coefficient of friction, the amount of wheel slip may easily become excessive when drive torque is applied to one or more wheels. Embodiments of the present invention overcome this problem by applying a braking torque to one or more driven wheels to oppose rotation thereof. The braking torque is applied whilst the vehicle is accelerated from rest. A braking system may be applied before drive torque is applied to the wheels, such that as drive torque is applied, brake torque developed by the braking system increases in a manner to oppose motion of the vehicle. The braking system may be arranged to maintain the vehicle substantially stationary until sufficient drive torque is being applied to the one or more wheels. The amount of brake torque may then be reduced in order to initiate turning of the one or more wheels. Alternatively or in addition the amount of drive torque may be increased, at least until turning of the one or more wheels is commenced.

Reference herein to application of brake torque may be understood to refer to the application of a retarding torque which opposes the applied drive torque, the drive torque being torque applied in a direction so as to promote vehicle progress in the required direction of travel. The retarding torque may be applied by means of an electric machine, optionally an electric machine operable as at least part of a regenerative braking system, by means of a friction-based foundation braking system or by any other suitable means. The electric machine may in some embodiments be operable as a traction (or propulsion) motor.

It is to be understood that embodiments of the present invention may employ brake torque to modulate the amount of drive torque applied to a wheel to enable precise control of wheel speed as the vehicle is accelerated from rest. Modulation of drive torque generated by an engine such as an internal combustion engine may not be possible on the relatively short timescales required to prevent excessive slip due at least in part to inertia of moving components of the engine. The use of a braking system such as a friction braking system or a regenerative braking system in combination with torque developed by an engine facilitates application of drive torque in a more controlled manner, enabling improved control of wheel slip. In particular, net torque applied to a wheel (being the resultant of powertrain drive torque and braking system brake torque) may be finely modulated from substantially zero net torque if the braking system and powertrain are controlled in a synchronised manner.

The method may comprise automatically maintaining slip of one or more vehicle wheels over ground in the range 5-20%. The amount of slip maintained may be controlled by the control system to assume a value that is dependent on vehicle speed. For example the value may decrease with increasing vehicle speed. In addition or instead the value of slip maintained may be determined in dependence on one or more characteristics of a driving surface such

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

4

as roughness, amount of drag imposed on a vehicle driving over the surface, and/or one or more other characteristics.

Thus it is to be understood that some embodiments of the invention permit controlled relative
5 slipping of one or more vehicle wheels on the terrain so as to ensure effective traction
without resulting in loss of control or vehicle instability. Slipping of the wheels on the terrain
may be accomplished by automatically controlling the vehicle powertrain and a braking
system in a suitable manner. For example, the engine and optionally one or more clutches or
torque converters may be controlled to generate positive drive torque. Slipping of one or
10 more wheels may be accomplished by controlling the amount of powertrain drive torque and
the amount of brake torque applied to a wheel such that sufficient torque is developed to
ensure that slipping occurs whilst preventing the development of excessive slip. As noted
above, the brake torque may be provided at least in part by a component of the powertrain
such as an electric machine.

15 In some embodiments, the control system is operable to apply positive drive torque and
brake torque (negative torque) to one wheel or a pair of wheels such as wheels of a front or
rear axle, and not to apply torque to one or more (undriven) wheels. The system monitors
rotation of the undriven wheels in order to determine vehicle speed and therefore whether
20 excessive slip of the driven wheels is occurring.

In some embodiments, the relative amounts of torque applied to left and right driven wheels
of an axle may be varied in order to aid launch from rest. Similarly, in the case that forward
and rear wheels are driven, for example in a four wheel drive vehicle, the relative amounts of
25 torque applied to the front and rear wheels may be varied independently so as to aid vehicle
launch from rest.

The motor may be an internal combustion engine, an electric motor or another source of
motive power. A vehicle may have one or more motors and/or engines. In some
30 embodiments such as in hybrid electric vehicles the vehicle may include an engine and one
or more electric motors.

In an embodiment of the invention said motion control is automatically ceased when vehicle
speed is substantially compatible with (corresponds substantially to) motor speed, indicating
35 that sufficient traction of the vehicle is available to maintain progress.

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

5

In one embodiment of the invention said motion control may be automatically engaged and disengaged in dependence upon whether the vehicle is making progress in accordance with the intention of the vehicle driver.

5 Thus in one embodiment a vehicle system may automatically compare a driver request, for example an accelerator pedal input such as depression of the accelerator pedal, with response of the vehicle, for example acceleration thereof. If the vehicle response is indicative of excessive wheel slip a method according to an embodiment of the invention may be automatically invoked. For example, if the driver depresses the accelerator pedal but
10 vehicle acceleration is not as high as expected the system may determine that excessive wheel slip is occurring and invoke a method according to an embodiment of the present invention. The method may be referred to as 'traction aid' or motion control. Where traction aid is invoked to assist launch from rest, a method according to an embodiment of the invention may be referred to as launch assist.

15 In the case of an automatic system the method may utilize a target speed and adopt or revert to a standby mode when the vehicle reaches the target speed. That is, traction aid may cease in such circumstances. In the event of departure of the vehicle from the target speed by a predetermined amount, for example if the vehicle speed falls below the target
20 speed by the predetermined amount, traction aid may be automatically re-implemented if an increase in speed is again requested. An increase in speed may be requested for example if a driver depresses an accelerator pedal by a sufficient amount or if an automatic speed control system is active and commands an increase in vehicle speed.

25 The method may in addition or instead include an exit strategy whereby automatic motion control will time-out after a predetermined period, which period may be dependent on the condition of vehicle use. A time-out may be indicated in circumstances where a method according to an embodiment of the invention is used to assist launch. Alternatively the system may cancel (e.g. deselect) motion control if the vehicle driver demands drive torque
30 that exceeds that which the system determines is required to implement launch assist or traction aid, or if the driver actuates the braking system, for example by depression of a brake pedal or the like.

35 Known wheel speed comparison techniques may be used to determine slipping of driven wheels with respect to non-slipping wheels. Alternatively the rotational speed of driven wheels may be compared with a vehicle position sensing device in order to relate wheel and vehicle movement. Slipping in excess of the permitted value may be controlled in some

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

6

embodiments of the invention by application of the relevant wheel brake, by a reduction in motor torque and/or by a redistribution of motor torque via a device such as a controllable limited slip differential (torque vectoring).

5 Camera recognition techniques may be used to determine vehicle movement, for example by looking at one or more vehicle wheels to detect slipping thereof, or to look at the terrain surface to determine whether the vehicle is moving at a speed compatible with transmission output speed, engine speed and/or wheel speed.

10 The permitted slip of wheels (and their associated tyres) may be selected according to the type of terrain. The type of terrain may be selected by the vehicle driver, or automatically sensed by a suitable sensor system of the vehicle. Thus on a relatively hard surface, the permitted slip of any driven wheel may be close to 5% whereas on a soft surface a greater amount of slip may be permitted in order to gain traction. The amount of permitted slip may
15 be dependent on wheel speed.

In one embodiment the method includes automatically reducing the permitted slip as the vehicle and motor speeds approach compatibility, so as to blend gradually from a condition of relatively high slip to one of low or substantially no slip. Thus on a hard surface permitted
20 slip may blend towards a relatively low value as motor and vehicle speeds become commensurate. On a soft surface, such as sand, it may be desirable to maintain a degree of slip at all times so that relatively high slip may be blended to a lower slip value as the vehicle speed and wheel speed approach compatibility. Comparison of vehicle speed may alternatively be made with a rotating transmission element or another portion of the
25 powertrain instead of the motor.

In one embodiment of the invention, forward vehicle acceleration may be limited to a predetermined value during movement control, for example 1.25 m/sec^2 or less, so as to ensure smooth and progressive movement of the vehicle. The maximum permitted forward
30 acceleration may be dependent upon the terrain type which is selected. In the event that vehicle acceleration approaches the predetermined value, the degree of permitted wheel slip is reduced. Should vehicle acceleration not reach the permitted value, the degree of permitted wheel slip may be increased up to the maximum allowable for the terrain on which the vehicle is driven.

35 In some embodiments a method according to an embodiment of the invention can be used to ensure effective movement of the vehicle from rest, and may be substantially ceased

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

7

within 1-5 vehicle lengths. Likewise the method may allow progress to be maintained over a soft surface, such as sand.

The method may comprise automatically terminating motion control once a speed of the vehicle over the driving surface exceeds a prescribed value.

Thus in some embodiments motion control is terminated once the vehicle has reached a prescribed speed.

Alternatively or in addition the method may comprise automatically terminating motion control once a prescribed period of time has elapsed.

The method may comprise automatically terminating motion control once a value of surface coefficient of friction between the vehicle and driving surface exceeds a prescribed value.

Thus in some embodiments the value of surface coefficient of friction of the driving surface is monitored substantially continuously or intermittently. If the value of coefficient of friction exceeds a prescribed value motion control is terminated automatically. This has the advantage that an amount of time or distance over which motion control is performed may be reduced in some circumstances. Thus if a vehicle moves from a slippery grass surface of relatively low surface coefficient of friction to an asphalt surface of relatively high surface coefficient of friction in a relatively short distance, motion control may be terminated as soon as the control means is able to recognise the change in driving surface. In some embodiments motion control may be terminated in a gradual manner in order to enhance vehicle composure.

In some embodiments motion control of the vehicle may be phased out with respect to one wheel before being phased out with respect to another wheel. For example if a first set of one or more wheels depart a surface of relatively low coefficient of friction before a second set of one or more wheels, motion control may be phased out in respect of the first set before the second set. Thus, termination of motion control of respective wheels such as individual driven wheels or groups of driven wheels such as pairs of driven wheels may be implemented independently of one another.

The method may comprise initiating motion control in dependence on a state of a user operable motion control input means, for example a vehicle launch assist selector control.

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

8

Thus in some embodiments a control button may be provided allowing a user automatically to initiate motion control. The control button may for example comprise a movable switch device or a touch sensitive device such as a touch sensitive button or a touchscreen arrangement. Other input means are also useful such as voice controlled input means or any
5 other suitable input means. In some embodiments, motion control may be initiated by an accelerator pedal input after selecting motion control, for example via a menu-driven user interface.

Alternatively or in addition the method may comprise initiating automatically motion control in
10 dependence on one or more characteristics of the driving surface.

The method may comprise initiating automatically motion control in dependence on a value of surface coefficient of friction between one or more wheels and the driving surface.

15 The method may comprise initiating automatically motion control in dependence on a value of one or more vehicle or environmental parameters such as an ambient temperature or a temperature of one or more components of the vehicle.

Thus in some embodiments motion control may be initiated automatically if the control
20 means determines that the value of surface coefficient of friction so warrants. For example motion control may be initiated if the control means determines that the value of surface coefficient of friction is below a prescribed value.

The method may comprise the step of estimating a current value of surface coefficient of
25 friction according to at least one selected from amongst a determination whether precipitation has occurred since the vehicle last moved; and one or more measured values of ambient temperature made since the vehicle last moved. Thus, prior to initial launch of a vehicle from rest, the method may comprise estimating the current value of surface coefficient of friction and determining automatically whether motion control should be
30 performed.

It is to be understood that a value of surface coefficient of friction between vehicle and driving surface may fall in the event that precipitation occurs. Thus if rain or snow falls on a surface such as dry grass or asphalt, the value of surface coefficient of friction may fall to a
35 value at which excessive wheel slip will occur upon launch of the vehicle. In some cases excessive wheel slip may occur due to loading of the vehicle, or due to a load the vehicle is towing.

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

9

Accordingly, the method may comprise detecting precipitation and revising an estimate of the value of surface coefficient of friction in dependence on detection of precipitation. The method may comprise taking into account ambient temperature in estimating the surface coefficient of friction. If the temperature is below a prescribed value, such as substantially zero Celsius, and precipitation has been detected, motion control may be initiated automatically, optionally in further dependence on one or more further parameters. The prescribed value of surface coefficient of friction may be determined in dependence on an estimate of train load. The estimate of train load may take into account whether or not a trailer is connected to the vehicle, a slope of a driving surface and whether the vehicle is ascending or descending the slope. Other parameters/factors may also be taken into account.

In some embodiments the method may comprise determining the amount or relative amount of weight that is being borne by each respective driven wheel, and setting the prescribed value of surface coefficient of friction in dependence on the amount of weight borne by one or more wheels. The method may comprise determining the relative amount of weight on a given wheel by reference to data in respect of vehicle attitude, wheel articulation and/or any other data in addition or instead. Thus, if the vehicle determines that one or more wheels is at full 'droop', i.e. at a lower limit of travel in a downward direction, the method may comprise increasing the prescribed value of surface coefficient of friction below which motion control is initiated.

In some arrangements, if the amount of weight on a given wheel falls below a prescribed value, or the relative amount of weight falls below a prescribed value, motion control may be initiated automatically regardless of the value of surface coefficient of friction.

In some arrangements motion control may be initiated in dependence on vehicle loading or a change in vehicle loading. For example if a vehicle has reduced in weight whilst stationary, for example due to unloading of cargo, motion control may be initiated if it is determined that the vehicle will or may launch on a surface of relatively low coefficient of friction. This feature may be particularly useful for example for delivery trucks since they may experience substantial variations in loading. In one example scenario, a truck may unload a cargo in an underground loading bay and subsequently require to drive uphill out of the loading bay over a slippery surface. A control system according to an embodiment of the present invention may be usefully deployed in such a vehicle to assist negotiation of the slippery surface as the vehicle initiates motion.

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

10

Optionally, the system may store data in respect of one or more ambient environmental conditions such as ambient temperature and whether precipitation is present. The system may also store a current value of surface coefficient of friction and optionally one or more
5 other parameters associated with the vehicle. When motion is subsequently initiated from rest the control system may automatically activate motion control, i.e. application of brake torque to one or more wheels whilst the vehicle is accelerated from rest, in dependence on the stored data. As described above, application of brake torque may be by application of a wheel brake, or application of negative torque to a driveline of the vehicle for example by
10 means of an electric machine.

In an embodiment, if the stored data indicates that the surface coefficient of friction at one or more driven wheels when the vehicle last stopped was such as to require motion control to initiate motion from rest when the vehicle last stopped, the control system may automatically
15 apply motion control when the driver subsequently commands motion from rest.

In some embodiments, if the control system determines that precipitation was present when the vehicle last stopped and that the surface may now have a coefficient of friction below a prescribed value, the system may automatically apply motion control when the driver
20 commands motion from rest. The system may estimate the current value of surface coefficient of friction in dependence at least in part on data in respect of current ambient temperature. Other arrangements are also useful.

In some embodiments, when the control system applies motion control with braking applied to driven wheels only the system may prevent illumination of an external brake indicator
25 lighting system, such as brake lights or the like, unless a driver depresses a brake pedal or other brake actuator. In some embodiments a hazard warning lighting system may be activated, such as flashing direction indicator lamps or the like.

30 The method may include the step of selection by the driver of an operating condition of the vehicle by the control system.

The method may include the step of automatic selection of an operating condition of the vehicle.
35

The operating condition may correspond to a prescribed configuration of one or more vehicle subsystems.

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

11

The method may include automatically initiating said motion control upon selection of a prescribed vehicle operating condition.

- 5 The method may include determining a maximum permitted slip according to an operating condition of the vehicle, the method comprising limiting slip to the maximum permitted value.

The method may advantageously comprise maintaining driving wheels of the same axle at a speed differential of less than a prescribed value, optionally less than 10%.

10

The method may include the step of maintaining all driving wheels of the vehicle at a speed differential of less than a prescribed value, optionally less than 10%.

- 15 Optionally the method may include the step of limiting forward acceleration of the vehicle to a prescribed value, optionally to a value that is less than 1.5 m/sec^2 .

The method may include the step of automatically reducing the percentage slip of wheels with respect to ground as vehicle and engine speeds become compatible.

- 20 Advantageously said percentage slip may be reduced progressively.

Optionally said motion control is ceased when actual vehicle speed is greater than a prescribed proportion of the theoretical vehicle speed at the instant motor speed. The prescribed proportion may be 90% or any other suitable value.

25

The method may include determining a maximum permitted slip according to an operating condition of the vehicle.

- 30 The method may include selection by the driver of an operating condition of the vehicle.

The method may include automatic selection of an operating condition of the vehicle.

- 35 The method may include comparing transmission speed with the speed of a non-driven wheel in order to determine slip. As noted above, in some embodiments a speed of a driven wheel may be compared with that of a non-driven wheel in order to determine slip.

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

12

Alternatively or in addition the method may include comparing transmission speed and ground speed in order to determine slip.

Alternatively or in addition the method may include using a value of torque reaction of driven wheels in order to determine slip. That is, the method may include the step of comparing a measured amount of torque at a wheel with an expected amount, for example an expected amount for a given amount of power or torque developed by a powertrain of the vehicle, in order to estimate a value of slip of the wheel.

Initiating motion control may comprise managing net torque applied to one or more wheels whilst brake torque continues to be applied in order to accelerate the vehicle.

The method may comprise selecting an amount of brake torque applied to wheels of a given axle in dependence on a distribution of vehicle weight between forward and rearward portions of a vehicle.

Thus, the amount of brake torque applied to wheels of a given axle (such as a pair of front wheels or a pair of rear wheels) may be selected in dependence on the relative amounts of weight on front and rear axles of the vehicle. If the amount of weight on a rear axle is greater than that on a front axle, a greater amount of brake torque may be applied to wheels of the front axle compared with wheels of the rear axle.

Similarly, an amount of brake torque applied may depend on whether a wheel is a driven wheel or not. In the case of a non-driven wheel, brake torque may not be applied when motion is initiated from rest, so that a measure of vehicle speed may be obtained by reference to a speed of rotation of the non-driven wheel.

In the case of a front wheel drive vehicle, when motion is initiated from rest brake torque may be applied to front wheels of the vehicle as the vehicle is driven from rest. However, brake torque may be released from the rear wheels in order not to impede acceleration of the vehicle, and enable a more accurate measurement of vehicle speed to be made compared with measurement of speed of rotation of the rear wheels which may be slipping. Similarly, for a rear wheel drive vehicle brake torque may be applied to the rear wheels but not the front wheels as motion is initiated from rest.

The method may include providing an indication to a user of a required state or condition of one or more driver-applied control inputs such as an amount by which an accelerator pedal

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

13

should be depressed, a gear that should be selected by means of a transmission or hi/low ratio selector, a state of a terrain response mode controller that should be selected or any other suitable driver-applied control input. The indication may be provided to the driver by means of a human machine interface (HMI) system. Alternatively or in addition the method
5 may include the step of providing the indication by voice message, haptic indication and/or warning tone. Thus the user may be provided with instructions to enable the method to be implemented.

In a further aspect of the invention for which protection is sought there is provided a method
10 of maintaining motion of a vehicle on a low friction driving surface, the method comprising detecting loss of traction of the vehicle, implementing a strategy of applying brake torque and drive torque to one or more vehicle wheels, and during implementation of said strategy advising the vehicle driver of required driver-applied control inputs to the vehicle. The driver-
15 applied control inputs may be for example in respect of an amount by which an accelerator pedal should be depressed, a gear that should be selected by means of a transmission or hi/low ratio selector, a state of a terrain response mode controller that should be selected or any other suitable driver-applied control input.

In an aspect of the invention for which protection is sought there is provided a method of
20 maintaining motion of a vehicle on a low friction driving surface, the method comprising detecting loss of traction of the vehicle, implementing a strategy of applying brake torque and drive torque to one or more vehicle wheels, determining required control inputs to maintaining slip of one or more wheels on the driving surface in a predetermined range, and
25 during implementation of said strategy advising the vehicle driver of required control inputs to the vehicle to maintain said slip.

The method may include the step of maintaining slip of one or more wheels on the driving surface in the range 5-20%.

30 Optionally, a determination that loss of traction has occurred may require that an amount of slip at any tyre/ground interface exceeds 2%.

The method may include the step of advising the vehicle driver by dashboard message, voice message, haptic indication and/or warning tone.

35 Advantageously, a required driver-applied control input to the vehicle may comprise variation of accelerator pedal position.

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

14

Optionally the strategy is ceased automatically if wheel slip falls below a predetermined minimum.

5 The strategy may be adapted to be disabled by the vehicle driver.

Optionally, the strategy is automatically enabled upon selection or detection of an off-road condition.

10 Advantageously the strategy may be disabled above a predetermined vehicle speed.

In an aspect of the invention for which protection is sought there is provided a method of setting a vehicle in motion over a driving surface and/or maintaining motion of said vehicle over the driving surface implemented by a control system, said method comprising initiating
15 motion control, initiating motion control comprising: commanding by the control system application of a brake to one or more driven wheels; commanding application of drive torque to the one or more driven wheels such that the vehicle is held stationary; subsequently initiating motion from rest whilst a brake continues to be applied to the one or more driven wheels to oppose the drive torque applied.

20 In one aspect of the invention for which protection is sought there is provided a control system for setting a vehicle in motion over a driving surface and/or maintaining motion of said vehicle over the driving surface, the system being operable to initiate motion control by commanding application of brake torque and drive torque to one or more wheels such that
25 the vehicle is held stationary; the system being operable subsequently to initiate motion from rest whilst brake torque continues to be applied to the one or more wheels.

In a further aspect of the invention for which protection is sought there is provided a control system for setting a vehicle in motion over a driving surface and/or maintaining motion of
30 said vehicle over the driving surface, the system being operable to initiate motion control by commanding application of brake torque and drive torque to one or more wheels such that the vehicle is held stationary and subsequently to initiate motion from rest whilst brake torque continues to be applied to the one or more wheels, the system being further configured to automatically maintain a value of slip of one or more vehicle wheels over the
35 driving surface, wherein the value of slip maintained is within a predetermined range.

In an embodiment the control system may further comprise:

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

15

an electronic processor; and
an electronic memory device electrically coupled to the electronic processor and having instructions stored therein,
wherein the processor is configured to access the memory device and execute the
5 instructions stored therein such that the system is operable to:
initiate said motion control and automatically maintain said value of slip within said predetermined range.

10 In some embodiments said processor may comprise an input for receiving an electrical signal indicative of one or more characteristics of the driving surface over which the vehicle is travelling, wherein
said processor is configured to determine said value of slip in dependence on said signal indicative of said one or more characteristics of the driving surface.

15 In some embodiments said processor may further comprise an input for receiving an electrical signal indicative of the speed of the vehicle, wherein
said processor is configured to determine said value of slip to be maintained in dependence upon said value of slip in dependence on said signal indicative of the speed of the vehicle.

20 In some embodiments said value of slip maintained may decrease with increasing vehicle speed.

In some embodiments said processor may further comprise an input for receiving an electrical signal indicative of the engine speed of the vehicle, wherein
25 said processor is configured to compare automatically said signal indicative of the engine speed of the vehicle and said signal indicative of the speed of the vehicle and reduce said maintained value of slip as said vehicle speed approaches a speed that corresponds to the engine speed.

30 The system may be operable to command application of a brake substantially continuously to the one or more wheels, and subsequently to command application of drive torque to one or more wheels. As the drive torque is applied, brake torque is expected to increase to oppose the drive torque and reduce a risk of flare, whilst allowing the wheel to begin to rotate once the drive torque is sufficiently large to overcome the brake torque applied by the
35 braking system.

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

16

The system may be operable to command a user of the vehicle to apply drive torque to the wheels, optionally drive torque of a prescribed amount, further optionally drive torque up to a prescribed amount. The command may be provided by means of a HMI display, a voice command or any other suitable means. Alternatively the control system may be operable to
5 command a powertrain controller to apply drive torque to the wheels.

The control system may be operable to command application of brake torque to oppose at least in part the drive torque by commanding a vehicle system such as a brake controller to apply brake torque. In addition or instead the control system may command a powertrain
10 controller to apply brake torque by means of an electric machine, for example an electric machine operated as a generator.

In embodiments in which the user is commanded to apply drive torque, for example by depressing an accelerator pedal, the control system may be operable to command
15 application of an amount of brake torque that is dependent on the amount of drive torque the user applies.

The control system may be operable to cancel motion control if the driver provides a brake control input, for example by applying pressure to a brake pedal. In embodiments in which
20 the user is commanded to apply an accelerator control input, the system may be operable to cancel motion control if the user ceases application of the accelerator control input, for example if the user releases an accelerator pedal.

The system may be adapted automatically to maintain slip of one or more vehicle wheels in the range 5-20%.
25

It is to be understood that the system may be operable to set the vehicle in motion over the driving surface and/or maintain motion of the vehicle over the driving surface in a forward or reverse driving direction.
30

This aspect of the invention may be considered to be counter-intuitive since a detection of loss of traction would normally require a reduction of wheel slip so as to maintain control of the vehicle. In this aspect of the invention wheel slip is maintained in order to ensure effective travel of the vehicle over a low friction surface.
35

By 'low friction surface' is meant any surface other than dry asphalt or concrete on which significant loss of traction can be experienced, typically an off-road surface or for example

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

17

snow, mud or sand. Loss of traction may be defined as greater than 2% slip at any tyre/ground interface. Loss of traction may be detected in any suitable manner, for example by comparison of wheel speeds, or by comparison of wheel speeds and vehicle speed with respect to a fixed reference. A dry asphalt surface may be considered to have a surface coefficient of friction of 1. A relatively low surface coefficient of friction may be considered to be a value less than or equal to 0.5. However embodiments of the present invention are useful for assisting motion of a vehicle over surfaces having a surface coefficient of friction greater than 0.5.

10 Vehicle launch assist or traction aid according to an embodiment of the present invention may be implemented manually upon the vehicle driver being given an appropriate indication, or may be implemented automatically by a system of the vehicle. If implemented automatically, a suitable indicator may alert the driver that implementation is taking place, for example by a dashboard message, warning tone or haptic indication.

15 One of the required control inputs to the vehicle may comprise accelerator pedal position. Thus the vehicle driver may be commanded to depress the accelerator pedal in order to increase engine torque to maintain slip in the range 5-20%. If excess torque is present, the driver may be commanded to reduce the amount by which the accelerator pedal is depressed, in other words reduce the accelerator pedal 'opening'. The system may be operable to provide prompts to guide a user to increase or decrease the amount of accelerator pedal depression. The driver may initiate motion control by lightly pressing on the accelerator pedal and following the prompts that are subsequently provided by the system. In some embodiments the system may be operable to perform automatic torque capping in which the powertrain is operable under the control of the control system to develop drive torque up to a maximum value corresponding to the amount by which the driver has depressed the accelerator pedal. The system is configured to determine the amount of required drive torque and command the powertrain to develop a corresponding amount of drive torque up to the maximum value indicated by the instant accelerator pedal position. Any suitable means of indicating a required control input may be used, including voice commands, haptic feedback, display messages, charts, graphs and the like.

The method may comprise compensating for an excess of drive torque by means of a braking system and/or powertrain torque reduction system. Thus in embodiments in which an actuator such as an engine and/or electric motor is commanded to develop an amount of drive torque corresponding to actual instant accelerator control position, compensation for

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

18

excess torque being made by application of brake torque and/or by means of a powertrain torque reduction system.

5 The powertrain torque reduction system may comprise one or more clutch devices operable to allow driveline slip at one or more locations of a powertrain thereby to reduce the amount of powertrain torque applied to one or more wheels. The amount of driveline slip is managed by the system, for example by varying an amount of clamping pressure between plates of a clutch devices such as a multi-plate wet clutch device or any other suitable device. Other arrangements are also useful.

10 The strategy of this aspect of the invention may be ceased automatically if wheel slip falls below a predetermined minimum, of for example 2%, or may be overridden or disabled manually by the vehicle driver. The strategy may be automatically enabled upon selection or detection of an off-road condition, or any other condition where loss of traction may be
15 encountered - for example whilst driving in snow or where map data associated with a vehicle navigation system suggests the vehicle is driving on ground that does not correspond to a highway or road surface such as an asphalt or concrete road surface. The navigation system may be a satellite navigation system or any other suitable navigation system.

20 In some embodiments the strategy may be enabled automatically if a prescribed one or more vehicle operating modes are selected, either by a driver or automatically by the vehicle control system. For example the strategy may be enabled if a winter mode or the like is selected, or a 'launch assist' mode. The vehicle may be operable in one or more other
25 modes in response to prevailing driving conditions, such as one or more terrain response (TR) modes. The TR modes may include one or more modes optimised for travel on slippery surfaces such as grass, gravel, snow or ice.

30 US patent US 7,349,776, the content of which is hereby incorporated by reference, describes a vehicle control system in which the driver can implement improved control over a broad range of driving conditions, and in particular over a number of different terrains which may be encountered when driving off-road. In response to a driver input command relating to the terrain, the vehicle control system is selected to operate in one of a number of different driving modes or TR modes. For each mode, the various vehicle subsystems are
35 operated in a manner appropriate to the corresponding terrain. As described above, the vehicle may be operable automatically to implement launch assist according to an embodiment of the present invention when motion of the vehicle is initiated from rest and

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

19

one of a prescribed set of one or more TR modes has been selected. In some embodiments the vehicle may be operable automatically to select an appropriate TR mode for the prevailing driving conditions, and to implement motion control according to the present invention when motion of the vehicle is initiated from rest.

5

In an embodiment, a mode (for example a winter mode) is available in which the vehicle is configured to launch from standstill in a forward gear other than first gear such as a second or third gear to reduce risk of excessive wheel slip. Different modes may have different throttle maps (amount of engine torque developed for a given throttle pedal position), torque delivery (throttle maps in combination with a rate at which engagement of transmission clutches is controlled to take place thereby determining how aggressively gear shifts take place), and transmission shift points as a function of coefficient of surface friction. For example, transmission shift points may be arranged wherein gear shifts take place at lower speeds than they might otherwise take place at, and in a more gentle manner (e.g. at a slower rate).

10
15

Other arrangements are also useful.

The strategy of this aspect may be disabled above a predetermined vehicle speed, which speed may be set by the vehicle driver, or may be set automatically by a vehicle system.

20

Methods according to embodiments of the present invention are typically embodied in a vehicle control system, for example a clutch control system, adapted to automatically vary the coupling between motor and transmission and/or a torque vectoring system, to achieve the intended result. The clutch may be a lock-up clutch of a torque converter. The control system may further control motor torque by alteration of the engine torque/speed map, and be fully automatic upon selection of a suitable control by the vehicle driver.

25

In one embodiment, the control system is part of a clutch control ECU having input signals from a network bus or the like, giving the required information about motor speed (e.g. engine speed or electric propulsion motor speed), transmission speed, transmission ratio, wheel speed, ground speed and the like. Other information, such as motor torque may be derived from a look-up table of an ECU memory by reference to motor speed, optionally in combination with one or more other parameters such as driver demanded torque, fuel flow rate, induction air flow rate and/or one or more other parameters.

30

35

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

20

Once initiated by the vehicle driver, movement of the vehicle may be fully automatic until the desired coupling between motor and transmission is achieved, the vehicle has the desired speed or wheel slip has fallen below a prescribed threshold. The threshold may be dependent on speed and/or one or more other parameters such as coefficient of friction. The vehicle speed may be maintained until or unless the vehicle driver takes manual control, for example by advancing (depressing) an accelerator pedal, depressing a brake pedal or another system takes over; the latter may be for example a cruise control module whereby the vehicle driver may speed up or slow down by the use of the usual + and - buttons.

10 The system may include a torque controller for selectively distributing engine output between driven wheels of the vehicle.

The controller may be adapted to control the rotational speed of the driven wheels by application of respective wheel brakes.

15 The system may be operable to perform torque vectoring in respect of a plurality of vehicle wheels.

The system may further include means for sensing ground speed relative to vehicle speed.

20 For example, the vehicle may be provided with means for measuring actual speed of travel over ground such as a radar based technique, a camera based technique, a global satellite positioning system (GPS) based technique or any other suitable technique. By vehicle speed is meant a reference vehicle speed employed by one or more vehicle systems requiring knowledge of vehicle speed. The reference vehicle speed may be determined by measurements of wheel speed, and may be vulnerable to erroneous values in the event of slip of one or more wheels. Reference speed may be particularly vulnerable to erroneous values in the event that all wheels of the vehicle are driven and slip of all the driven wheels takes place.

30 The system may be adapted to determine the maximum permitted slip according to an operating condition of the vehicle.

Optionally the system includes a command device for instructing a vehicle driver to vary a driver-controlled input, such as a brake and/or accelerator pedal.

35

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

21

The system may be operable to command application of drive torque by commanding a vehicle driver to vary a control input such as an accelerator pedal thereby to allow sufficient drive torque to be developed to initiate motion from rest.

- 5 The system may be operable to instruct the vehicle driver to vary the control input via a vehicle HMI.

Advantageously the system may be operable to command application of drive torque directly.

10

Thus the system may be operable to communicate directly with a vehicle system for applying drive torque such as a powertrain controller or an engine controller.

- Embodiments of the present invention may be used in vehicles with automatic transmissions and may be adapted for use with vehicles having manual transmissions. In an embodiment for use with a vehicle having a manual transmission the system may be operable to guide a driver to select an appropriate gear or gear configuration in the event the vehicle has a high/low ratio selector in addition to a transmission gear selector. By gear configuration is meant a particular combination of high or low ratio and transmission gear, optionally a choice of two or more combinations. The control system may then provide the driver with an indication of the amount by which the accelerator pedal should be depressed and optionally in addition guide a driver to release a clutch of the vehicle to engage the transmission. The control system may guide the driver to release the clutch by a suitable amount and optionally at a suitable rate to prevent stalling of the vehicle. The control system may in turn command directly a brake controller to apply a brake to a wheel whereby brake torque is developed to prevent flare of one or more driven wheels as the wheels begin to rotate. In the event brake torque is applied by means of an electric machine the control system may command application of the brake torque by the electric machine. In an embodiment of the invention a green indicator lamp may illuminate when the accelerator pedal is sufficiently depressed by the driver. A red lamp may illuminate if the clutch is released at too high a rate. Other arrangements are also useful.
- 15
20
25
30

- In one aspect of the invention for which protection is sought there is provided a control system for setting a vehicle in motion over a driving surface and/or maintaining motion of said vehicle over the driving surface, the system being operable to initiate motion control by commanding application of a brake to one or more driven wheels, the system being further operable to command application of drive torque to the one or more driven wheels such that
- 35

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

22

the vehicle is held stationary by the brake applied to the one or more wheels, the system being operable subsequently to initiate motion from rest whilst the brake continues to be applied to the one or more driven wheels to oppose the drive torque applied.

- 5 Motion may be initiated from rest by reducing the amount of brake torque developed by the brake applied to the one or more wheels, and/or by increasing the amount of drive torque applied to the one or more wheels.

- 10 It is to be understood that each wheel may be provided with a respective one or more brakes. Alternatively, a brake may be applied at a desired location of a driveline in order to oppose drive torque and prevent excessive wheel spin.

In a further aspect of the invention for which protection is sought there is provided a vehicle comprising a system according to a preceding aspect.

- 15 In one aspect of the invention there is provided a vehicle having a plurality of selectable operating conditions, and a system according to one of the preceding aspects.

- 20 In one aspect of the invention for which protection is sought there is provided a vehicle speed control system comprising brake control means such as a brake controller and powertrain control means such as a powertrain controller. The brake control means and powertrain control means are operable to control the net amount of torque applied to a driven axle. In operation, the control system enables the vehicle to accelerate from rest at a rate that is less than that achievable by the powertrain control means in the absence of application of the brake control means on a surface where the coefficient of friction between tyre and ground is substantially equal to 1, i.e. a surface offering relatively high grip. This is because the brake control means applies a retarding (brake) torque to the driven wheels as the vehicle is accelerated, acting against powertrain drive torque. This has the advantage that if the vehicle seeks to accelerate on a surface of relatively low surface coefficient of friction, a rate of acceleration may be greater than that which is in fact achievable by a driver, since application of the braking system prevents excessive wheel slip (flare) when positive powertrain drive torque is applied.

- 35 In one aspect of the invention for which protection is sought there is provided a method of setting a vehicle in motion over a driving surface and/or maintaining motion of said vehicle over the driving surface implemented by a control system. The method may comprise initiating motion control, initiating motion control comprising: commanding by the control

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

23

system application of brake torque and drive torque to one or more wheels such that the vehicle is held stationary; subsequently initiating motion from rest whilst brake torque continues to be applied to the one or more wheels. The strategy may also be implemented to maintain vehicle progress on low friction surfaces. The vehicle driver may be commanded to vary a control input, such as accelerator pedal position, in order to facilitate the maintaining of progress.

In a further aspect of the invention for which protection is sought there is provided a non-transitory, computer-readable storage medium storing instructions thereon that when executed by one or more electronic processors causes the one or more processors to carry out a method as described above.

In an aspect of the invention for which protection is sought there is provided a control system for setting a vehicle in motion over a driving surface and maintaining motion of said vehicle over the driving surface, the system being operable to initiate motion control by application of brake torque and drive torque to one or more wheels such that the vehicle is held stationary and subsequently to initiate motion from rest whilst brake torque continues to be applied to the one or more wheels, the system being further configured to

automatically determine required driver control inputs required to maintain a value of slip of one or more vehicle wheels over the driving surface within a predetermined range, and

issue instructions to the vehicle driver of said required control inputs to the vehicle to maintain said slip.

In an embodiment the control system may comprise:

an electronic processor; and

an electronic memory device electrically coupled to the electronic processor and having instructions stored therein,

wherein the processor is configured to access the memory device and execute the instructions stored therein such that the system is operable to:

automatically determine said required driver control inputs and issue said instructions to the driver.

Within the scope of this application it is expressly intended that the various aspects, embodiments, examples and alternatives, and in particular the individual features thereof, set out in the preceding paragraphs, in the claims and/or in the following description and drawings, may be taken independently or in any combination thereof. For example, features

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

24

described in connection with one embodiment are applicable to all embodiments, unless such features are incompatible.

BRIEF DESCRIPTION OF DRAWINGS

5

An embodiment of the present invention will now be described, by way of example only with reference to the accompanying drawings in which:-

FIGURE 1 illustrates a vehicle according to an embodiment of the present invention;

10

FIGURE 2 illustrates pedal progression maps relating accelerator pedal position to engine torque output;

FIGURE 3 illustrates the effect of the embodiment of the invention in graphical form;

15

FIGURE 4 corresponds to FIG. 3 and shows rising vehicle speed;

FIGURE 5 corresponds to FIG. 3 and shows relative wheel slip;

FIGURE 6 is a flow chart describing operation of a vehicle control unit according to an embodiment of the present invention; and

FIGURE 7 is a plot of powertrain torque and brake torque as a function of time during a vehicle launch under the control of a control system according to an embodiment of the present invention.

25

DETAILED DESCRIPTION

FIG. 1 is a schematic illustration of a vehicle 10 according to an embodiment of the present invention. The vehicle 10 has a prime mover or motor 11 in the form of an internal combustion engine. The engine 11 is coupled to a transmission 12 by means of a coupling 13. The coupling 13 is arranged to allow the transmission 12 progressively to reach a speed compatible with motor speed when the vehicle 10 is accelerated from rest. The coupling 13 is typically a friction clutch, torque converter or the like. An accelerator pedal 1 allows a driver to control an amount of torque developed by the motor 11 under the control of a powertrain controller 17 whilst a brake pedal 2 allows a driver to apply a braking system under the control of a brake controller 16.

30

35

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

25

The vehicle 10 includes a mode selector 14 operable by a driver to select a desired vehicle operating mode. These modes may comprise for example settings of suspension and drive train appropriate to different terrain conditions so as to best ensure effective vehicle performance and full utilization of the capabilities thereof. The modes may be referred to as 'terrain response' or TR modes as described above and in US patent US 7,349,776. The mode selector 14 may be operable by the vehicle driver to optimize the vehicle for travel over sand or gravel or rock. In some embodiments the vehicle 10 may be configured to allow automatic selection of operating mode by suitable vehicle mounted sensors arranged to sense one or more operating conditions.

Movement of a vehicle from rest when off-highway requires care so as to avoid an inappropriate vehicle response. Fig. 2 illustrates typical pedal progression maps for travel over grass gravel or snow (GGS) 21, sand 22 and rock 23 whereby the torque output T of the vehicle motor is controlled by reference to accelerator pedal position P. Thus a high torque output is available for a small advance of accelerator pedal from a low % pedal position where sand mode is selected. In contrast, in GGS mode, torque output is less aggressive at low 5 pedal position, so as to avoid wheel spinning. Nevertheless, a control strategy for assisting a novice driver to move a vehicle from a rest condition is desirable, particularly where the terrain type is not correctly determined by the driver.

Embodiments of the present invention provide a launch assist functionality for assisting the driver to launch the vehicle from rest.

In the embodiment shown in FIG. 1, movement of the vehicle from rest is accomplished with deliberate wheel slip within a pre-determined range, so as to generate maximum traction at the tyre/terrain interface. Deliberate slip may be generated at driven wheels of at least one axle of the vehicle, and may be applied to all driven axles.

The amount of permitted slip is determined empirically according to vehicle type and terrain categorization, and may be as little as 5% for a hard surface such as rock, and as much as 20% for a soft granular surface such as sand. The amount of slip may be a function of vehicle speed also. In some embodiments the vehicle may be operable to permit slip of up to around 50%. Other values of wheel slip are also useful for various terrain conditions.

It is to be understood that by the term slip is meant an amount by which wheel speed exceeds vehicle speed.

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

26

A vehicle motor is generally able to generate sufficient torque to cause excessive rotation or flare of the driving wheels when the vehicle is at rest if so commanded. Conventional differential gears will generally allow uncontrolled spinning of one driven wheel, and
5 accordingly some embodiments of the present invention are arranged to prevent excessive wheel spin.

The vehicle of the embodiment of FIG. 1 has a vehicle control unit (VCU) 15 operable to implement a launch assist function. When the launch assist function is active, the VCU 15 is
10 operable to command the brake controller 16 to apply a brake to one or more driven wheels (such as brake pressure in the case of a pressure-actuated braking system) whilst the vehicle 10 is stationary in order to resist acceleration of the one or more wheels when engine drive torque is applied to the one or more driven wheels. This retarding torque reduces a risk of flare of the wheel when drive torque is applied, and manages the rate of rise of net torque
15 at each wheel below a rate achievable via the powertrain controller 17 alone.

In some arrangements brake torque is applied to each wheel of a driven axle. In situations in which the values of surface coefficient of friction between the ground and opposite wheels of an axle are substantially different, this reduces a risk that vehicle progress is impeded
20 substantially by slip of one wheel relative to the other. In some embodiments controllable limited slip differential gears may be employed to mitigate this problem, and/or a system of torque vectoring whereby the vehicle transmission 12 is adapted to direct torque to individual driven wheels according to demand.

25 In embodiments having a differential gearbox between driven wheels of one or more axles, the application of brake torque to the driven wheels may serve to distribute torque across the differential in a favourable manner in the event one of the wheels experiences a surface having a lower surface coefficient of friction than that experienced by the other wheel. That is, torque may be redistributed such that a larger amount of torque is applied to the wheel
30 experiencing a surface of higher surface coefficient of friction.

It is to be understood that according to convention wisdom spinning of wheels above a relatively small amount is considered generally undesirable, and accordingly prior art systems aim to maintain wheel slip at as low a value as possible. However in some
35 embodiments of the present invention an excess of torque is provided by the vehicle engine 11 in order to ensure deliberate controlled slip within a required range. Application of brake

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

27

torque to one or more driven wheels assists in controlling slip, particularly as the vehicle 10 is launched from rest.

In order to maintain driven wheels in controlled slip, a means of determining slip is required.

- 5 Suitable devices comprise individual wheel speed indicators, which may be derived from anti-lock braking sensors, in conjunction with an indicator of vehicle speed. The latter may be derived from non-driven wheels, from a GPS system, an inertial measurement unit (IMU) or in any other convenient manner. Camera systems may be provided to measure individual wheel rotation speed, or to detect relative movement of the terrain relative to the vehicle.
- 10 Radar systems or the like whereby an electromagnetic beam is projected and received may also be used to give an indication of vehicle speed over the terrain.

Signals of wheel speed, vehicle speed, engine output torque and other parameters are available on a vehicle network bus, which in the present embodiment is a controller area network (CAN) bus 19. The signals are refreshed at a suitable refresh rate, for example exceeding 10Hz.

- Suitable algorithms, developed empirically, or look-up tables assign a range of appropriate slip according to the selected terrain condition. The selected terrain condition may be set by
- 20 the driver by means of selector 14 as described above, or recognised automatically by the VCU 15. The degree of slip assigned may also take into account other factors, such as the transmission ratio selected, and the pitch angle or roll angle of the vehicle at rest. Environmental factors, such as whether it is raining (by reference to a rain sensor or whether windscreen wipers are set to 'on'), may also be taken into account, and/or other factors such
- 25 as whether the vehicle is towing, a suspension loading, ambient temperature (such as whether the ambient temperature is below substantially zero Celsius) and any other suitable factor. Suitable signals of these factors are generally available on the CAN bus 19.

- Fig. 3 illustrates a typical characteristic for moving from rest over sand. The vehicle driver
- 30 may initialise vehicle launch assist (VLA) functionality by selecting VLA from a menu displayed on an HMI display 18. In the present embodiment the function is operable to provide a fully automatic launch. For example, if a driver is struggling to ascend a hill without assistance, the driver may stop the vehicle and select VLA from the menu.

- 35 Once the VLA function is selected, the VCU 15 commands the brake controller 16 to apply (or maintain) braking torque to each wheel that is to be driven, the amount of braking torque depending on an estimated value of surface coefficient of friction between the driven wheels

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

28

and the driving surface. In some embodiments, the amount of braking torque applied or maintained initially when the vehicle is at rest is a fixed value that is independent of surface coefficient of friction. The amount of brake torque may in some embodiments be determined in dependence at least in part on vehicle attitude and selected gear ratio in order to avoid
5 unwanted movement such as roll-back of the vehicle.

The VCU 15 then commands powertrain controller 17 to generate sufficient engine torque to ensure initial wheel slip $S\%$ will be around 20%. The powertrain develops this power without a requirement for the driver to apply the accelerator pedal 1. It is to be understood that in
10 some embodiments, positive powertrain torque may be commanded to exceed a substantially fixed braking torque, and/or braking torque may be gradually reduced in order to manage net wheel torque. As the vehicle gains traction and speed V (FIG. 4), the permitted degree of slip is progressively reduced to 5%, which may be desirable in certain sand conditions. At higher speeds or on different terrain relative slip may be reduced further.
15 The time to achieve a steady state speed of around 10 kph may be in the range 1-3 seconds, at which point the vehicle driver may take over by advancing the accelerator pedal 1 or by engaging some other vehicle system such as cruise control. The steady state speed may be varied or selected according to conditions of use whilst launch assist is active.

20 In one embodiment of the present invention, once the launch assist function is enabled the VCU 15 immediately disables the launch assist function if any control input from the vehicle driver is detected via the accelerator pedal 1, brake pedal 2, parking brake switch 16PB, transmission control input or actuation of a manual gearbox clutch (where provided).

25 FIG. 4 illustrates a typical increase in vehicle speed V over time t as traction is gained, and speed rises to the steady state. This steady state speed may of course vary according to terrain and other conditions, according to pre-set values retained in a look-up table, or according to an algorithm.

30 FIG. 5 illustrates typical wheel slip S as vehicle speed V increases. Initially slip is substantially zero (wheel stationary) but rapidly increases to 20% before dropping to a steady state value of 5%. Minor variations of wheel speed are corrected at the refresh rate of the control system, which may be 10Hz or greater.

35 One embodiment of the present invention will now be described with reference to the flow diagram of FIG. 6.

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

29

At step S101 the vehicle 10 is stationary with a speed $V=0\text{kph}$ and engine 11 running. The driver of the vehicle selects the vehicle launch assist function via HMI display 18.

At step S103 the VCU 15 checks whether the parking brake has been applied (set to on) via parking brake switch 16PB, whether the transmission 12 is set to drive mode and whether the driver is currently depressing the brake pedal 2. In some embodiments the VCU 15 does not require the brake pedal 2 to be depressed. Other arrangements are also useful.

If these conditions are met, then at step S105 launch assist is 'engaged', i.e. the VCU 15 begins executing computer program code implementing launch assist functionality. If the driver subsequently cancels launch assist functionality – by pressing a 'cancel' button displayed on the HMI display 18, releasing the accelerator pedal 1 once the pedal 1 has been depressed following instruction by the vehicle HMI display 18, or if the driver depresses the brake pedal 2 after being instructed to release it by the vehicle HMI display 18), then the VCU 15 proceeds directly to step S131 where launch assist is cancelled and the VCU 15 terminates execution of code implementing launch assist functionality.

At step S107 the VCU 15 instructs the driver (via the HMI display 18) to release the brake pedal 2 and apply partial throttle by means of the accelerator pedal 1 by an amount as prompted.

At step S109 the VCU 15 continues to command application of brake torque to hold the vehicle 10 stationary, and makes a determination as to whether or not sufficient positive torque is available for vehicle launch against a prescribed amount of brake torque. This determination may be made by reference to a powertrain torque demand signal, a signal indicative of actual powertrain torque delivered or by any other suitable means. If the VCU 15 determines that sufficient torque is not available the VCU 15 returns to step S107.

If sufficient torque is available, then at step S111 the VCU 15 provides an instruction to the driver via the HMI display 18 to release the parking brake via parking brake switch 16PB.

At step S113 the VCU 15 determines whether the parking brake switch 16PB has been actuated to release the parking brake within a prescribed period of time. In the present embodiment the prescribed period is 10s, although other values are also useful. If the driver does not signal release of the parking brake via switch 16PB within the prescribed period then the VCU 15 continues at step S131.

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

30

If the driver does signal release of the parking brake within the prescribed period the VCU 15 continues at step S115. At step S115 the VCU 15 displays, via HMI 18, an indication that launch assist functionality is active and provides driver guidance in respect of accelerator pedal position. Specifically, the VCU 15 instructs the driver via HMI 18 as to by how much
5 the accelerator pedal 1 must be depressed in order to enable the engine 11 to develop sufficient torque for vehicle launch.

Once the VCU 15 determines that sufficient torque is being developed, at step S117 the VCU 15 commands the brake controller 16 to command a reduction in brake torque applied
10 to driven wheels of the vehicle 10. A prescribed amount of brake torque, determined by the VCU 15, continues to be applied to the driven wheels. In a situation where not all wheels of the vehicle 10 are driven (such as in a two wheel drive vehicle or a four wheel drive vehicle operated in a two wheel drive configuration), the VCU 15 may command substantially full release of brake torque to the non-driven wheels such that they are free to rotate with
15 substantially no brake torque applied thereto. The non-driven wheels may subsequently provide a useful vehicle reference speed.

It is to be understood that the VCU 15 may then command an increase or decrease in torque developed by the engine 11 and applied to the driven wheels as required. In some
20 embodiments, instead of modulating engine torque in order to deliver an amount of drive torque demanded by the VCU 15, the powertrain controller 17 may be operable to modulate an amount of drive torque delivered to a driven wheel by means of a clutch, a torque converter or by any other suitable means.

25 At step S119 the VCU 15 determines whether the driver has released the accelerator pedal 1 or depressed the brake pedal 2. If such an event has occurred, the VCU 15 continues at step S131 and vehicle launch assist functionality is deactivated.

If such an event has not occurred, then at step S121 the VCU 15 continues to maintain
30 wheel slip within a prescribed range by simultaneous/synchronised control of powertrain drive torque and brake torque.

At step S123 the VCU 15 checks vehicle progress by reference to vehicle speed V and vehicle acceleration. The VCU 15 continues to maintain wheel slip within the prescribed
35 range as at step S121.

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

31

At step S125 the VCU 15 determines whether a prescribed vehicle speed (such as 10kph or any other suitable value) has been achieved or a prescribed time period has elapsed since launch assist was engaged. If either of these conditions are met the VCU 15 continues at step S131 and launch assist is disengaged (cancelled). If neither condition is met the VCU 15 continues at step S119.

Operation of a control system having a VCU 15 according to an embodiment of the present invention will now be described with reference to FIG. 7. FIG. 7 is a plot of powertrain torque T_q (trace A) and brake pressure P (trace B) as a function of time as a vehicle 10 is launched from rest under the control of VCU 15. A net amount of torque T_{qNET} applied to driven wheels of the vehicle 10 is shown by trace C. The value of a brake pedal position signal as a function of time is shown by trace D, where a value of zero corresponds to a released brake pedal 2 and a value of 1 corresponds to a substantially fully depressed brake pedal 2.

For the purposes of the plot of FIG. 7 the vehicle 10 is considered to operate in a front wheel drive mode in which drive torque is applied to a pair of front wheels 10FW of the vehicle and not a pair of rear wheels 10RW. Measurements of speed of rotation of the rear wheels 10RW is employed to determine vehicle speed. The vehicle 10 is also operable in a four wheel drive mode in which the front and rear wheels 10FW, 10RW are driven.

At time $t=0$ the vehicle 10 is held stationary by the parking brake selected by parking brake selector 16PB. Brake pressure of value P_1 is applied to the braking system under the control of brake controller 16 when the parking brake is applied. Engine 11 is controlled to run at idle speed developing drive torque T_{q1} .

The driver then selects the vehicle launch assist function via HMI display 18. The VCU 15, determining that the parking brake is on and the vehicle is stationary, commands the driver via HMI display 18 to depress the brake pedal 2 and to set the transmission 12 to drive mode 'D'. As the driver does so, at time t_1 , the amount of brake pressure increases to P_2 .

At time t_2 , a prescribed period after the driver has depressed the brake pedal 2 and set the transmission 12 to drive mode the VCU 15 instructs the driver to release the brake pedal 2 and to apply partial throttle by depressing the accelerator pedal 1 by an amount as prompted.

At time t_2 the driver depresses the accelerator pedal 1 and at time t_3 the amount of torque developed by the engine 11 reaches an amount T_{q2} . The VCU 15 determines that this

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

32

amount of torque is sufficient for vehicle launch and instructs the driver to release the parking brake by means of selector 16PB.

At time t4 the driver chooses to release the parking brake by means of selector 16PB. If the driver does not release the parking brake within a 10s time-out period from the moment the driver is instructed to do so, launch assist functionality is cancelled. If the driver does release the parking brake within this period, the VCU 15 commands the brake controller 16 to reduce gradually the brake pressure applied to the front wheels 10FW from a value P2 to a value P3. Brake pressure applied to the non-driven rear wheels 10RW is reduced substantially to zero at this time.

As the brake pressure to the front wheels 10FW is reduced, the net amount of positive drive torque applied to the front wheels 10FW increases as shown by trace C. The vehicle 10 therefore begins to accelerate from rest.

The VCU 15 monitors slip of the driven wheels 10FW by comparing their speed of rotation with that of the non-driven rear wheels 10RW. The VCU 15 modulates the brake pressure P as required in order to maintain a prescribed value of wheel slip. The prescribed value of wheel slip is a function of coefficient of friction between the wheels and the ground, and speed V of the vehicle 10. The prescribed wheel slip is also a function of the selected vehicle mode as indicated by mode selector 14.

At time t5 the VCU 15 determines that the vehicle 10 is accelerating and that the rate of acceleration has an expected correlation with wheel slip indicating satisfactory progress is being made. It is to be understood that if the rate of acceleration is lower than expected for a given amount of wheel slip, the vehicle 10 may increase brake pressure P in order to seek to reduce wheel slip and increase the rate of acceleration. The VCU 15 may also adjust the amount of torque powertrain developed by the engine 11 in order to prevent stalling thereof.

Alternatively the VCU 15 may reduce brake pressure P in order to increase wheel speed and therefore wheel slip in order to increase rate of acceleration depending on the nature of the surface over which the vehicle 10 is driving. The course of action taken by the VCU 15 may depend on one or more factors such as surface coefficient of friction between wheel and ground, type of terrain (determined for example by reference to selected TR mode), driving surface roughness, wheel articulation, vehicle attitude, ambient temperature and/or a determination whether precipitation is present.

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

33

As a consequence of determining that satisfactory progress is being made, at time t5 the VCU 15 commands an increase in engine torque to a value Tq3 greater than Tq2 in order to maintain progress. Subsequently, at time t6, the VCU 15 determines that the speed of the vehicle 10 is approaching a prescribed value, in the present embodiment a value V=10kph.

5 The VCU 15 therefore reduces brake pressure P applied to the front wheel brakes substantially to zero between time t6 and t7. The amount of torque developed by the engine 11 may be adjusted as the brakes are released in order to compensate for the corresponding reduction in brake torque. At time t7 the vehicle is controlled to maintain a speed of 10kph for a prescribed period of time (in the present embodiment a period of 5s)

10 and the VCU 15 informs the driver that vehicle launch assist functionality is complete. It is to be understood that the VCU 15 is operable to terminate launch assist before the prescribed period expires if the driver depresses the accelerator pedal 1 or brake pedal 2.

The present description of embodiments of the present invention concerns movement of a vehicle from rest. A system and method according to some embodiments of the present invention may in addition or instead be used to maintain progress of a vehicle across a low friction surface, or across a surface with varying values of coefficient of friction. Thus upon detection of a failure to make progress, as indicated for example by a falling vehicle speed for a steady accelerator pedal position, the VCU 15 may be operable automatically to

15 implement traction aid functionality according to the present invention in which a braking force is applied to one or more driven wheels to oppose drive torque. Vehicle wheel slip is then controlled to maintain slip within a range that will allow the vehicle 10 to increase or at least maintain speed of travel over terrain in a suitable manner. It is to be understood that the presence of brake torque acting against powertrain drive torque reduces excessive

20 wheel slip and may enable more precise control of wheel slip.

Such an arrangement may involve automatic engagement and disengagement of braking force to one or more wheels as circumstances dictate, and without action by the vehicle driver. A suitable indication on the HMI display 18 or a haptic indicator may alert the driver

30 to activation of traction aid functionality. Means may be provided for a vehicle driver to inhibit the traction aid functionality if desired.

In an alternative or additional method, the occurrence of wheel slip above a prescribed value when a driver seeks to initiate motion over a surface from rest independently of the launch assist function is detected as an indication of loss of traction. The VCU 15 responds to this situation by implementing launch assist functionality automatically. Thus the VCU 15 implements a strategy of maintaining controlled slip to ensure effective motion of the vehicle

35

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

34

10 over ground. Braking torque is applied automatically to reduce a risk of flare of the driven wheels. In order to maintain adequate drive train torque sufficient to execute a vehicle launch, the driver is instructed automatically by a vehicle system to make control inputs, principally to vary the accelerator pedal position. By this means an adequate excess as well
5 as a suitable maximum of torque can be assured. Excessive torque applied at any given moment in time may be countered by increasing an amount of brake torque or by any other suitable means. Instruction of the vehicle driver may be by any suitable method, including voice command, haptic feedback, a message via HMI display 18 or display of a chart or graph showing actual and required powertrain torque to guide a driver to apply the required
10 amount of accelerator pedal depression. A suitable electronic control unit may issue instructions to the driver in response to measurement, estimation or detection of wheel slip to enable the vehicle automatically to maintain the desired degree of slip.

15 In some embodiments, modulation of the amount of positive drive torque developed by a powertrain may be performed by regulation of an engine idle speed. Idle speed may be regulated so as to resist engine stall induced by automatic application of brake torque.

It is to be understood that embodiments of the present invention are also useful in vehicles that are not optimised for off-road driving. Embodiments of the invention are suitable for use
20 with vehicles having driven wheels only at the front or rear thereof. Such vehicles may have occasion to drive on surfaces of relatively low surface coefficient of friction, for example wet grass, snow or ice. The vehicles may encounter situations in which progress over the surface becomes difficult due to limited traction and excessive wheel slip. Embodiments of the present invention have the advantage that such vehicles may be provided with
25 substantially improved traction capabilities when operating on such surfaces. They may be enabled to make progress over the surface when such progress might otherwise not be possible, particularly for drivers not having off-road driving experience. Embodiments of the present invention may be usefully applied in vehicles whose driving characteristics vary considerably between fully laden and unladen states such as trucks, buses and the like.

30 Embodiments of the present invention may be understood by reference to the following numbered paragraphs:

1. A method of setting a vehicle in motion over a driving surface and maintaining motion
35 of said vehicle over the driving surface implemented by a control system, said method comprising:

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

35

commanding by the control system application of brake torque and drive torque to one or more wheels such that the vehicle is held stationary;

subsequently initiating motion from rest whilst brake torque continues to be applied to the one or more wheels,

5 wherein the method further comprises automatically maintaining slip of one or more vehicle wheels over the driving surface, wherein the value of slip maintained is within a predetermined range.

10 2. A method according to paragraph 1, wherein the value of slip maintained is determined in dependence on one or more characteristics of the driving surface.

3. A method according to paragraph 1, wherein the value of slip maintained further depends on the speed of the vehicle.

15 4 A method according to paragraph 3 wherein the value of slip maintained decreases with increasing vehicle speed.

5. A method according to paragraph 1, wherein the value of slip maintained is automatically reduced as the vehicle speed approaches a speed that corresponds to the
20 motor speed.

6. A method according to any of paragraph 1, wherein the slip is maintained in the range 5-20%.

25 7. A method according to paragraph 1 comprising automatically terminating motion control once a speed of the vehicle over the driving surface exceeds a prescribed value.

8. A method according to paragraph 1 comprising automatically terminating motion control once a prescribed period of time has elapsed.

30 9. A method according to paragraph 1 comprising automatically terminating motion control once a value of surface coefficient of friction between the vehicle and driving surface exceeds a prescribed value.

35 10. A method according to paragraph 1 comprising initiating motion control in dependence on a state of a user operable motion control input device.

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

36

11. A method according to paragraph 1 comprising initiating automatically motion control in dependence on one or more characteristics of the driving surface.
12. A method according to paragraph 11 comprising initiating automatically motion control in dependence on a value of surface coefficient of friction between one or more wheels and the driving surface.
13. A method according to paragraph 12 comprising estimating a current value of surface coefficient of friction according to at least one selected from amongst a determination whether precipitation has occurred since the vehicle last moved; and one or more measured values of ambient temperature made since the vehicle last moved.
14. A method according to paragraph 1, including the selection by the driver of an operating condition of the vehicle.
15. A method according to paragraph 1, including automatic selection of an operating condition of the vehicle by the control system.
16. A method as according to paragraph 14 wherein the operating condition corresponds to a prescribed configuration of one or more vehicle subsystems.
17. A method according to paragraph 14 including automatically initiating said motion control upon selection of a prescribed vehicle operating condition.
18. A method according to paragraph 14, and including determining a maximum permitted slip according to an operating condition of the vehicle, the method comprising limiting slip to the maximum permitted value.
19. A method according to paragraph 1, including limiting forward acceleration of the vehicle to less than 1.5 m/sec².
20. A method according to paragraph 1, wherein said motion control is ceased when actual vehicle speed is greater than 90% of the theoretical vehicle speed at the instant engine speed.
21. A method according to any paragraph 1, including comparing transmission speed and a speed of a non-driven wheel in order to determine slip.

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

37

22. A method according to paragraph 1, including comparing transmission speed and ground speed in order to determine slip.
- 5 23. A method according to paragraph 1, including using torque reaction of driven wheels in order to determine slip.
24. A method according to paragraph 1 wherein initiating motion control comprises managing net torque applied to one or more wheels whilst brake torque continues to be applied in order to accelerate the vehicle.
- 10 25. A method according to paragraph 1 comprising selecting an amount of brake torque applied to wheels of a given axle in dependence on a distribution of vehicle weight between forward and rearward portions of a vehicle.
- 15 26. A method according to paragraph 1 comprising advising the vehicle driver of required control inputs to the vehicle.
27. A method according to paragraph 26 comprising advising a driver to actuate an accelerator control by a prescribed amount thereby to enable sufficient drive torque to be applied to the one or more wheels to initiate motion control.
- 20 28. A method according to paragraph 27 comprising commanding application of drive torque up to an amount corresponding to an instant position of the accelerator control.
- 25 29. A method according to paragraph 27 comprising compensating for an excess of drive torque by means of a braking system and/or powertrain torque reduction system.
- 30 30. A method of maintaining motion of a vehicle on a low friction driving surface, the method comprising detecting loss of traction of the vehicle, implementing a strategy of applying brake torque and drive torque to one or more vehicle wheels, determining required control inputs to maintaining slip of one or more wheels on the driving surface in a predetermined range, and during implementation of said strategy advising the vehicle driver of required control inputs to the vehicle to maintain said slip.
- 35 31. A method according to paragraph 30 wherein said predetermined range is 5-20%.

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

38

32. A method according to paragraph 30, wherein loss of traction comprises greater than 2% slip at any tyre/ground interface.
33. A method according to paragraph 30, including advising the vehicle driver by
5 dashboard message, voice message and/or warning tone.
34. A method according to paragraph 30, wherein a control input to the vehicle comprises variation of accelerator pedal position.
- 10 35. A method according to paragraph 30, wherein the strategy is ceased automatically if wheel slip falls below a predetermined minimum.
36. A method according to paragraph 30, wherein the strategy is adapted to be disabled by the vehicle driver.
- 15 37. A method according to paragraph 30, wherein the strategy is automatically enabled upon selection or detection of an off-road condition.
38. A method according to paragraph 30, wherein the strategy is disabled above a
20 predetermined vehicle speed.
39. A non-transitory, computer-readable storage medium storing instructions thereon that when executed by one or more electronic processors causes the one or more processors to carry out the method according to any one of the preceding paragraphs.
- 25 40. A control system for setting a vehicle in motion over a driving surface and maintaining motion of said vehicle over the driving surface, the system being operable to initiate motion control by commanding application of brake torque and drive torque to one or more wheels such that the vehicle is held stationary and subsequently to initiate motion from
30 rest whilst brake torque continues to be applied to the one or more wheels, the system being further configured to automatically maintain a value of slip of one or more vehicle wheels over the driving surface, wherein the value of slip maintained is within a predetermined range.
- 35 41. A control system according to paragraph 40 comprising:
an electronic processor; and

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

39

an electronic memory device electrically coupled to the electronic processor and having instructions stored therein,

wherein the processor is configured to access the memory device and execute the instructions stored therein such that the system is operable to:

5 initiate said motion control and automatically maintain said value of slip within said predetermined range.

42. A control system according to paragraph 41 wherein said processor comprises an input for receiving an electrical signal indicative of one or more characteristics of the driving
10 surface over which the vehicle is travelling, and wherein

said processor is configured to determine said value of slip in dependence on said signal indicative of said one or more characteristics of the driving surface.

43. A control system according to paragraph 41 wherein said processor further
15 comprises an input for receiving an electrical signal indicative of the speed of the vehicle, and wherein

said processor is configured to determine said value of slip to be maintained in dependence upon said value of slip in dependence on said signal indicative of the speed of the vehicle.

20 44. A control system according to paragraph 43 wherein said value of slip maintained decreases with increasing vehicle speed.

45. A control system according to paragraph 44 wherein said processor further
25 comprises an input for receiving an electrical signal indicative of the engine speed of the vehicle, and wherein

said processor is configured to compare automatically said signal indicative of the engine speed of the vehicle and said signal indicative of the speed of the vehicle and reduce said maintained value of slip as said vehicle speed approaches a speed that corresponds to
30 the engine speed.

46. A system according to paragraph 39 operable to command application of drive torque by commanding a vehicle driver to vary a control input thereby to allow sufficient drive torque to be developed to initiate motion from rest.

35 47. A system according to paragraph 46, operable to instruct the vehicle driver to vary the control input via a vehicle HMI.

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

40

48. A system according to paragraph 39 operable to command application of drive torque directly.

- 5 49. A control system for setting a vehicle in motion over a driving surface and maintaining motion of said vehicle over the driving surface, the system being operable to initiate motion control by application of brake torque and drive torque to one or more wheels such that the vehicle is held stationary and subsequently to initiate motion from rest whilst brake torque continues to be applied to the one or more wheels, the system being further
10 configured to
automatically determine required driver control inputs required to maintain a value of slip of one or more vehicle wheels over the driving surface within a predetermined range, and
issue instructions to the vehicle driver of said required control inputs to the vehicle to
15 maintain said slip.

50. A control system according to paragraph 49 comprising:
an electronic processor; and
an electronic memory device electrically coupled to the electronic processor and
20 having instructions stored therein,
wherein the processor is configured to access the memory device and execute the instructions stored therein such that the system is operable to:
automatically determine said required driver control inputs and issue said instructions to the driver.

25

51. A vehicle comprising a system according to paragraph 39.

- Throughout the description and claims of this specification, the words "comprise" and "contain" and variations of the words, for example "comprising" and "comprises", means
30 "including but not limited to", and is not intended to (and does not) exclude other moieties, additives, components, integers or steps.

- Throughout the description and claims of this specification, the singular encompasses the plural unless the context otherwise requires. In particular, where the indefinite article is
35 used, the specification is to be understood as contemplating plurality as well as singularity, unless the context requires otherwise.

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

41

Features, integers, characteristics, compounds, chemical moieties or groups described in conjunction with a particular aspect, embodiment or example of the invention are to be understood to be applicable to any other aspect, embodiment or example described herein unless incompatible therewith.

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

42

CLAIMS

1. A method of setting a vehicle in motion over a driving surface and maintaining motion of said vehicle over the driving surface, the method comprising:
5 commanding application of brake torque and drive torque to one or more wheels such that the vehicle is held stationary;
subsequently initiating motion from rest whilst brake torque continues to be applied to the one or more wheels,
wherein the method further comprises automatically maintaining slip of one or more
10 vehicle wheels over the driving surface, wherein the value of slip maintained is within a predetermined range.
2. A method according to claim 1, wherein the value of slip maintained is determined in dependence on one or more characteristics of the driving surface.
- 15 3. A method according to claim 1 or claim 2, wherein the value of slip maintained further depends on the speed of the vehicle.
4. A method according to claim 3 wherein the value of slip maintained decreases with
20 increasing vehicle speed.
5. A method according to any of claims 1-4, wherein the value of slip maintained is automatically reduced as the vehicle speed approaches a speed that corresponds to the motor speed.
- 25 6. A method according to any of claims 1-5, wherein the slip is maintained in the range 5-20%.
7. A method according to any preceding claim comprising automatically terminating
30 motion control once a speed of the vehicle over the driving surface exceeds a prescribed value.
8. A method according to any preceding claim comprising automatically terminating
35 motion control once a prescribed period of time has elapsed.

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

43

9. A method according to any preceding claim comprising automatically terminating motion control once a value of surface coefficient of friction between the vehicle and driving surface exceeds a prescribed value.
- 5 10. A method according to any preceding claim comprising initiating motion control in dependence on a state of a user operable motion control input means.
11. A method according to any preceding claim comprising initiating automatically motion control in dependence on one or more characteristics of the driving surface.
- 10 12. A method according to claim 11 comprising initiating automatically motion control in dependence on a value of surface coefficient of friction between one or more wheels and the driving surface.
- 15 13. A method according to claim 12 comprising estimating a current value of surface coefficient of friction according to at least one selected from amongst a determination whether precipitation has occurred since the vehicle last moved; and one or more measured values of ambient temperature made since the vehicle last moved.
- 20 14. A method according to any preceding claim, including the selection by the driver of an operating condition of the vehicle.
15. A method according to any preceding claim, including automatic selection of an operating condition of the vehicle.
- 25 16. A method as claimed in claim 14 or claim 15 wherein the operating condition corresponds to a prescribed configuration of one or more vehicle subsystems.
17. A method according to any one of claims 14 to 16 including automatically initiating said motion control upon selection of a prescribed vehicle operating condition.
- 30 18. A method according to any one of claims 14 to 17, and including determining a maximum permitted slip according to an operating condition of the vehicle, the method comprising limiting slip to the maximum permitted value.
- 35 19. A method according to any preceding claim, including limiting forward acceleration of the vehicle to less than 1.5 m/sec^2 .

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

44

20. A method according to any preceding claim, wherein said motion control is ceased when actual vehicle speed is greater than 90% of the theoretical vehicle speed at the instant engine speed.
- 5 21. A method according to any preceding claim, including comparing transmission speed and a speed of a non-driven wheel in order to determine slip.
22. A method according to any preceding claim, including comparing transmission speed
10 and ground speed in order to determine slip.
23. A method according to any preceding claim, including using torque reaction of driven wheels in order to determine slip.
- 15 24. A method according to any preceding claim wherein initiating motion control comprises managing net torque applied to one or more wheels whilst brake torque continues to be applied in order to accelerate the vehicle.
25. A method according to any preceding claim comprising selecting an amount of brake
20 torque applied to wheels of a given axle in dependence on a distribution of vehicle weight between forward and rearward portions of a vehicle.
26. A method according to any preceding claim comprising advising the vehicle driver of required control inputs to the vehicle.
- 25 27. A method according to claim 26 comprising advising a driver to actuate an accelerator control by a prescribed amount thereby to enable sufficient drive torque to be applied to the one or more wheels to initiate motion control.
- 30 28. A method according to claim 27 comprising commanding application of drive torque up to an amount corresponding to an instant position of the accelerator control.
29. A method according to claim 27 or 28 comprising compensating for an excess of drive torque by means of a braking system and/or powertrain torque reduction system.
- 35 30. A method of maintaining motion of a vehicle on a low friction driving surface, the method comprising detecting loss of traction of the vehicle, implementing a strategy of

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

45

applying brake torque and drive torque to one or more vehicle wheels, determining required control inputs to maintain slip of one or more wheels on the driving surface in a predetermined range, and during implementation of said strategy advising the vehicle driver of required control inputs to the vehicle to maintain said slip.

5

31. A method according to claim 30, wherein said predetermined range is 5-20%.

32. A method according to claim 30 or 31, wherein loss of traction comprises greater than 2% slip at any tyre/ground interface.

10

33. A method according to any one of claims 30 to 32, including advising the vehicle driver by dashboard message, voice message and/or warning tone.

34. A method according to any of claims 30 to 33, wherein a control input to the vehicle comprises variation of accelerator pedal position.

15

35. A method according to any of claims 30 to 34, wherein the strategy is ceased automatically if wheel slip falls below a predetermined minimum.

36. A method according to any of claims 30 to 35, wherein the strategy is adapted to be disabled by the vehicle driver.

20

37. A method according to any of claims 30 to 36, wherein the strategy is automatically enabled upon selection or detection of an off-road condition.

25

38. A method according to any of claims 30 to 37, wherein the strategy is disabled above a predetermined vehicle speed.

39. A non-transitory, computer-readable storage medium storing instructions thereon that when executed by one or more electronic processors causes the one or more processors to carry out the method according to any one of the preceding claims.

30

40. A control system for setting a vehicle in motion over a driving surface and maintaining motion of said vehicle over the driving surface, the system being operable to initiate motion control by commanding application of brake torque and drive torque to one or more wheels such that the vehicle is held stationary and subsequently to initiate motion from rest whilst brake torque continues to be applied to the one or more wheels, the system being

35

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

46

further configured to automatically maintain a value of slip of one or more vehicle wheels over the driving surface, wherein the value of slip maintained is within a predetermined range.

- 5 41. A control system according to claim 40 comprising:
an electronic processor; and
an electronic memory device electrically coupled to the electronic processor and
having instructions stored therein,
wherein the processor is configured to access the memory device and execute the
10 instructions stored therein such that the system is operable to:
initiate said motion control and automatically maintain said value of slip within said
predetermined range.
42. A control system according to claim 41 wherein said processor comprises an input
15 for receiving an electrical signal indicative of one or more characteristics of the driving
surface over which the vehicle is travelling, and wherein
said processor is configured to determine said value of slip in dependence on said
signal indicative of said one or more characteristics of the driving surface.
- 20 43. A control system according to claim 41 or claim 42 wherein said processor further
comprises an input for receiving an electrical signal indicative of the speed of the vehicle,
and wherein
said processor is configured to determine said value of slip to be maintained in
dependence upon said value of slip in dependence on said signal indicative of the speed of
25 the vehicle.
44. A control system according to claim 43 wherein said value of slip maintained
decreases with increasing vehicle speed.
- 30 45. A control system according to claim 44 wherein said processor further comprises an
input for receiving an electrical signal indicative of the engine speed of the vehicle, and
wherein
said processor is configured to compare automatically said signal indicative of the
engine speed of the vehicle and said signal indicative of the speed of the vehicle and reduce
35 said maintained value of slip as said vehicle speed approaches a speed that corresponds to
the engine speed.

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

47

46. A system according to claim 39 operable to command application of drive torque by commanding a vehicle driver to vary a control input thereby to allow sufficient drive torque to be developed to initiate motion from rest.

5 47. A system according to claim 46, operable to instruct the vehicle driver to vary the control input via a vehicle HMI.

48. A system according to any one of claims 39 to 45 operable to command application of drive torque directly.

10

49. A control system for setting a vehicle in motion over a driving surface and maintaining motion of said vehicle over the driving surface, the system being operable to initiate motion control by application of brake torque and drive torque to one or more wheels such that the vehicle is held stationary and subsequently to initiate motion from rest whilst
15 brake torque continues to be applied to the one or more wheels, the system being further configured to

automatically determine required driver control inputs required to maintain a value of slip of one or more vehicle wheels over the driving surface within a predetermined range, and

20

issue instructions to the vehicle driver of said required control inputs to the vehicle to maintain said slip.

50. A control system according to claim 49 comprising:

an electronic processor; and

25

an electronic memory device electrically coupled to the electronic processor and having instructions stored therein,

wherein the processor is configured to access the memory device and execute the instructions stored therein such that the system is operable to:

automatically determine said required driver control inputs and issue said instructions
30 to the driver.

51. A vehicle comprising a system according to any one or claims 39 to 50.

52. A method, system or vehicle substantially as hereinbefore described with reference
35 to the accompanying drawings.

(57) Abstract: A method of setting a vehicle in motion over a driving surface and/or maintaining motion of said vehicle over the driving surface implemented by a control system, said method comprising initiating motion control, initiating motion control comprising: commanding by the control system application of brake torque and drive torque to one or more wheels such that the vehicle is held stationary; subsequently initiating motion from rest whilst brake torque continues to be applied to the one or more wheels. The strategy may also be implemented to maintain vehicle progress on low friction surfaces. The vehicle driver may be commanded to vary a control input, such as accelerator pedal position, in order to facilitate the maintaining of progress.

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

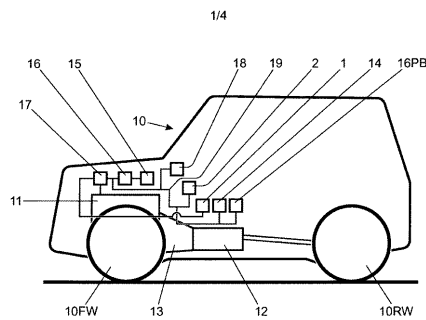


Fig. 1

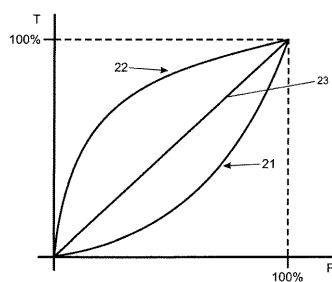


Fig. 2

SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

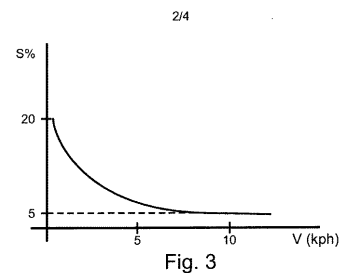


Fig. 3

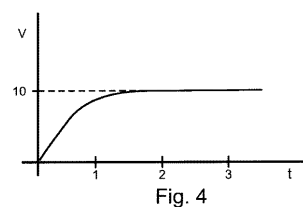


Fig. 4

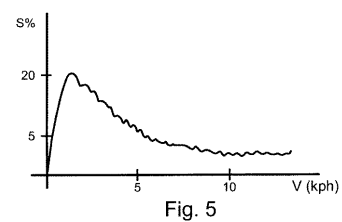


Fig. 5

SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

3/4

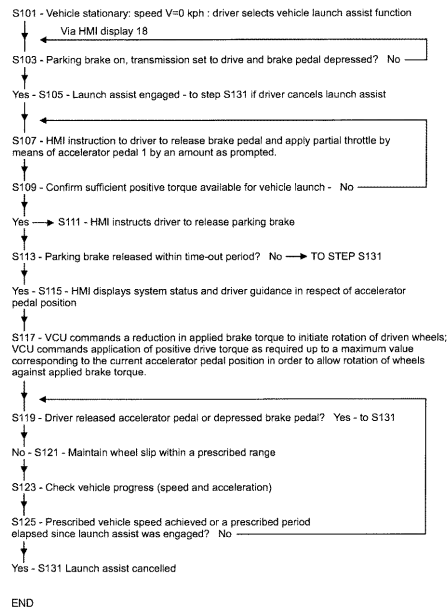


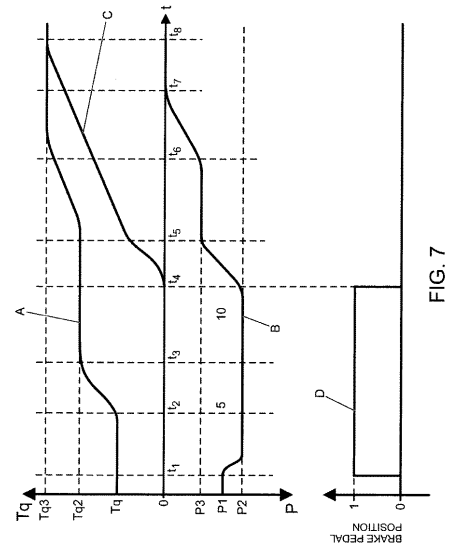
FIGURE 6

SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

WO 2014/184344

PCT/EP2014/060083

4/4



SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)