

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6974155号
(P6974155)

(45) 発行日 令和3年12月1日(2021.12.1)

(24) 登録日 令和3年11月8日(2021.11.8)

(51) Int. Cl.	F 1
B 6 O W 40/064 (2012.01)	B 6 O W 40/064
A O 1 B 69/00 (2006.01)	A O 1 B 69/00 3 O 3 J
G O 5 D 1/02 (2020.01)	A O 1 B 69/00 3 O 3 A
B 6 O W 30/045 (2012.01)	G O 5 D 1/02 N
B 6 O W 30/02 (2012.01)	B 6 O W 30/045

請求項の数 5 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2017-240638 (P2017-240638)	(73) 特許権者	000001052
(22) 出願日	平成29年12月15日(2017.12.15)		株式会社クボタ
(65) 公開番号	特開2019-107930 (P2019-107930A)		大阪府大阪市浪速区敷津東一丁目2番47号
(43) 公開日	令和1年7月4日(2019.7.4)	(74) 代理人	110001818
審査請求日	令和1年12月25日(2019.12.25)		特許業務法人R&C
		(72) 発明者	阪口 和央
			兵庫県尼崎市浜1丁目1番1号 株式会社クボタ 本社阪神事務所内
		(72) 発明者	佐野 友彦
			兵庫県尼崎市浜1丁目1番1号 株式会社クボタ 本社阪神事務所内
		(72) 発明者	吉田 脩
			兵庫県尼崎市浜1丁目1番1号 株式会社クボタ 本社阪神事務所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スリップ判定システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

走行車体と、
 自車位置を検出する自車位置検出モジュールと、
 自動運転を行う自動走行モード及び手動運転を行う手動走行モードのモード設定を行う走行モード管理部と、
 自動走行モードが設定されている場合に前記自車位置と設定された走行経路とに基づいて自動走行を実行する自動走行制御部と、
 前記走行車体の駆動車軸の回転数に基づいて算出される前記走行車体の推定移動距離と前記自車位置に基づいて算出される前記走行車体の実移動距離とから前記走行車体のスリップ量を算出するスリップ量算出部と、
 前記スリップ量に基づいて走行地面の状態が自動走行に適するかどうかの適否判定を行う適否判定部と、
 前記適否判定部の判定結果に基づいて前記自動走行制御部による自動走行を停止することを前記走行モード管理部に指令する自動走行停止部と、を備え、
 前記走行モード管理部は、前記自動走行停止部から指令を受けたことに応じて走行モードを手動走行モードに設定し、
 前記適否判定部は、継時的に算出される複数の前記スリップ量の演算結果に基づいて決定された、前記スリップ量の継時挙動から前記適否判定を行うスリップ判定システム。

【請求項2】

走行車体と、
自車位置を検出する自車位置検出モジュールと、
前記自車位置と設定された走行経路とに基づいて自動走行を実行する自動走行制御部と

、
前記走行車体の駆動車軸の回転数に基づいて算出される前記走行車体の推定移動距離と
前記自車位置に基づいて算出される前記走行車体の実移動距離とから前記走行車体のスリ
ップ量を算出するスリップ量算出部と、

前記スリップ量に基づいて走行地面の状態が自動走行に適するかどうかの適否判定を行
う適否判定部と、

前記適否判定部の判定結果に基づいて前記自動走行制御部による自動走行を停止する自
動走行停止部と、

前記自動走行停止部が自動走行を停止したことに応じて、自動走行を続行するかどうか
問いかける報知を行う報知部と、を備え、

自動走行の続行の指令を受けた場合に自動走行での走行が再開され、手動走行への切換
の指令を受けた場合に手動走行モードに切り替わり、

前記適否判定部は、継時的に算出される複数の前記スリップ量の演算結果に基づいて決
定された、前記スリップ量の継時挙動から前記適否判定を行うスリップ判定システム。

【請求項 3】

走行車体と、
自車位置を検出する自車位置検出モジュールと、
前記自車位置と設定された走行経路とに基づいて自動走行を実行する自動走行制御部と

、
前記走行車体の駆動車軸の回転数に基づいて算出される前記走行車体の推定移動距離と
前記自車位置に基づいて算出される前記走行車体の実移動距離とから前記走行車体のスリ
ップ量を算出するスリップ量算出部と、

前記スリップ量に基づいて走行地面の状態が自動走行に適するかどうかの適否判定を行
うと共に、前記スリップ量がスリップ許容量を超えると自動走行に適しない状態であると
判定する適否判定部と、

前記適否判定部の判定結果に基づいて前記自動走行制御部による自動走行を停止する自
動走行停止部と、

前記走行車体の旋回性能を調整する旋回性能調整部が備えられており、

前記スリップ量が所定値を超えた場合に、自動走行を停止することなく前記旋回性能調
整部が前記旋回性能を調整するスリップ判定システム。

【請求項 4】

前記旋回性能の調整として、直線走行から旋回走行への移行時に前記走行車体の速度が
加速される請求項 3 に記載のスリップ判定システム。

【請求項 5】

前記走行車体を傾斜させる傾斜機構が備えられており、前記旋回性能の調整として、旋
回時に旋回外側が高くなるように前記走行車体が傾斜される請求項 3 または 4 に記載のス
リップ判定システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、走行車両のスリップ量を算出して、走行車両の制御に利用するスリップ判定
システムに関する。このシステムは、特に、圃場を走行経路に沿って自動走行して農作業
を行う圃場作業車に適している。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 に開示されているコンバインは、圃場の外周を手動で周回作業走行すること
で得られた外形マップに基づいて、自動走行用の走行経路を算出し、自車位置検出モジュ

10

20

30

40

50

ールによって検出された自車位置が走行経路に沿うように自動作業走行を行う。

【0003】

特許文献2に開示されている圃場作業機は、車輪の回転速度から算出される走行距離と、GPSによる位置情報から算出される走行距離とに基づいて車輪のスリップ率を算出し、このスリップ率に基づいて苗植付装置や施肥装置などの作業装置の動作タイミングを調整する。

【0004】

さらに、特許文献3に開示されているトラクタは、プラウなどの対地作業装置の昇降を牽引負荷センサの検出結果に基づいて行うドラフト制御において、GPSを用いて算出されたスリップ率でドラフト制御量を補正する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2017-055673号公報

【特許文献2】特開2015-112070号公報

【特許文献3】特開2012-191857号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

悪天候などによって大きく変化する圃場の状態の影響を受けずに、設定された走行経路に沿って正確に自動走行するためには、正確な自車位置測定だけではなく、自動走行制御の制御対象となる走行装置（操舵機構を含む）の高い応答性が要求される。しかしながら、これらの要求を満たしたとしても、圃場の自動走行にとって問題となるのは、車輪やクローラのスリップである。このため、自動走行している走行車両がスリップの生じやすい領域に進入した際の対策が重要となる。

【0007】

上記実情に鑑み、自動走行時にスリップの生じやすい領域に走行車両が進入した際、走行車両に適切な制御情報を与えることができるスリップ判定システムが要望されている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明によるスリップ判定システムは、走行車体と、自車位置を検出する自車位置検出モジュールと、自動運転を行う自動走行モード及び手動運転を行う手動走行モードのモード設定を行う走行モード管理部と、自動走行モードが設定されている場合に前記自車位置と設定された走行経路とに基づいて自動走行を実行する自動走行制御部と、前記走行車体の駆動車軸の回転数に基づいて算出される前記走行車体の推定移動距離と前記自車位置に基づいて算出される前記走行車体の実移動距離とから前記走行車体のスリップ量を算出するスリップ量算出部と、前記スリップ量に基づいて走行地面の状態が自動走行に適するかどうかの適否判定を行う適否判定部と、前記適否判定部の判定結果に基づいて前記自動走行制御部による自動走行を停止することを前記走行モード管理部に指令する自動走行停止部と、を備え、前記走行モード管理部は、前記自動走行停止部から指令を受けたことに応じて走行モードを手動走行モードに設定し、前記適否判定部は、継続的に算出される複数の前記スリップ量の統計的な演算結果に基づいて決定された、前記スリップ量の継続挙動から前記適否判定を行う。

また、本発明によるスリップ判定システムは、走行車体と、自車位置を検出する自車位置検出モジュールと、前記自車位置と設定された走行経路とに基づいて自動走行を実行する自動走行制御部と、前記走行車体の駆動車軸の回転数に基づいて算出される前記走行車体の推定移動距離と前記自車位置に基づいて算出される前記走行車体の実移動距離とから前記走行車体のスリップ量を算出するスリップ量算出部と、前記スリップ量に基づいて走行地面の状態が自動走行に適するかどうかの適否判定を行う適否判定部と、前記適否判定部の判定結果に基づいて前記自動走行制御部による自動走行を停止する自動走行停止部と

10

20

30

40

50

、前記自動走行停止部が自動走行を停止したことに応じて、自動走行を続行するかどうか問いかける報知を行う報知部と、を備え、自動走行の続行の指令を受けた場合に自動走行での走行が再開され、手動走行への切換の指令を受けた場合に手動走行モードに切り替わり、

前記適否判定部は、継時的に算出される複数の前記スリップ量の統計的な演算結果に基づいて決定された、前記スリップ量の継時挙動から前記適否判定を行う。

【0009】

このスリップ判定システムは、自動走行する車両のスリップ状態を判定し、その判定結果に基づいて、車両制御を行うものである。スリップ量（スリップ率を含む）は、衛星航法などを用いて検出された自車位置に基づいて求められる実移動距離と、車軸の回転数に基づいて求められる推定移動距離とから算出される。求められたスリップ量から、走行している走行面（作業地面）がどの程度滑りやすい状態であるか判定することができる。滑りやすい状態であれば、スリップによる走行車体の位置ずれ（方向ずれを含む）が生じ、その位置ずれが大きく、また頻繁である場合には、自動走行制御によって、位置ずれを適切に解消することが困難となる。この構成では、自動走行に適しない走行面状態であれば、自動走行が停止されるので、自動走行時に目標となる走行経路から外れてしまうことが抑制される。

【0010】

衛星航法や慣性航法を用いた自車位置に基づく実移動距離は、信号状態の不良によって、突発的に誤差を生じることがある。このことから、スリップ量から適否判定を行う際に、継時的に算出される複数のスリップ量から、つまり前記スリップ量の継時挙動から前記適否判定が行われるような構成を採用してもよい。例えば、継時的に算出された複数のスリップ量から統計的な演算結果（所定期間での平均演算や中間値算出など）に基づいて、最終的なスリップ量を決定して、適否判定を行うことができる。

【0011】

作業車、特に圃場を作業する圃場作業車では、スリップは、直進走行時に比べて旋回走行時に多く、かつ大きな量で発生するので、旋回走行時のスリップは、目標となる走行経路からの大きな位置ずれ（方向ずれを含む）を導く。このため、スリップが発生しやすい状況下では、旋回半径や旋回車速などの旋回性能の調整が必要となる。本発明によるスリップ判定システムは、走行車体と、自車位置を検出する自車位置検出モジュールと、前記自車位置と設定された走行経路とに基づいて自動走行を実行する自動走行制御部と、前記走行車体の駆動車軸の回転数に基づいて算出される前記走行車体の推定移動距離と前記自車位置に基づいて算出される前記走行車体の実移動距離とから前記走行車体のスリップ量を算出するスリップ量算出部と、前記スリップ量に基づいて走行地面の状態が自動走行に適するかどうかの適否判定を行うと共に、前記スリップ量がスリップ許容量を超えると自動走行に適しない状態であると判定する適否判定部と、前記適否判定部の判定結果に基づいて前記自動走行制御部による自動走行を停止する自動走行停止部と、前記走行車体の旋回性能を調整する旋回性能調整部が備えられており、前記スリップ量が所定値を超えた場合に、自動走行を停止することなく前記旋回性能調整部が前記旋回性能を調整する。旋回性能の調整により、スリップ量の抑制、あるいは、スリップが避けられない場合でも目標走行経路からの位置ずれが抑制される。

【0012】

旋回性能調整部を備えたスリップ判定システムにおける具体的な実施形態の1つでは、前記旋回性能の調整として、直線走行から旋回走行への移行時に前記走行車体の速度が加速される。旋回中に加速することにより、地面に対するグリップ力が回復し、スリップが抑制される可能性がある。また、旋回中に加速することにより、旋回走行の時間が短くなり、スリップによる目標走行経路からのずれも抑制される可能性がある。作業車の旋回には、緩旋回、新地旋回、超新地旋回があるが、いずれの場合でも有効である。

【0013】

コンバインなどの圃場作業車では、走行車体を傾斜させる傾斜機構が備えられている。

10

20

30

40

50

走行車体を傾斜させることで、旋回半径を小さくしたり、スリップを抑制したりすることが可能となる。したがって、本発明の実施形態の1つでは、前記走行車体を傾斜させる傾斜機構が備えられており、前記旋回性能の調整として、旋回時に旋回外側が高くなるように前記走行車体が傾斜される。旋回時の傾斜姿勢が、旋回外側が高くなって旋回中心側が低くなるような、走行車体の左右方向での傾斜であれば、旋回性能が改善される。

【0014】

さらに、左右の走行装置（クローラ、車輪）への駆動力の伝達系に、油圧パックを用いた油圧変速装置によって行われる場合、旋回時にエンジン負荷が増大してエンジン回転数が低下する場合がある。その場合には、油圧パックの油圧が不十分となって、旋回性が悪くなる。この問題を解消するためには、旋回時にエンジン回転数を上昇させることも好適である。

10

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】スリップ判定システムを採用した収穫機の一例としてのコンバインの側面図である。

【図2】コンバインの自動走行の概要を示す図である。

【図3】自動走行における走行経路を示す図である。

【図4】コンバインの制御系の構成を示す機能ブロック図である。

【図5】スリップ判定に基づくコンバインの走行制御を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

20

【0016】

次に、本発明のスリップ判定システムを採用した圃場作業機の一例である収穫機として、普通型のコンバインを取り上げて説明する。なお、本明細書では、特に断りがない限り、「前」（図2に示す矢印Fの方向）は機体前後方向（走行方向）における前方を意味し、「後」（図2に示す矢印Bの方向）は機体前後方向（走行方向）における後方を意味する。また、左右方向または横方向は、機体前後方向に直交する機体横断方向（機体幅方向）を意味する。「上」（図1に示す矢印Uの方向）及び「下」（図1に示す矢印Dの方向）は、車体の鉛直方向（垂直方向）での位置関係であり、地上高さにおける関係を示す。

【0017】

図1に示すように、このコンバインは、普通型コンバインと呼ばれ、走行車体10、クローラ式の走行装置11、運転部12、脱穀装置13、穀粒タンク14、収穫部H、搬送装置16、穀粒排出装置18、自車位置検出モジュール80を備えている。

30

【0018】

走行装置11は、走行車体10（以下単に車体10と称する）の下部に備えられている。コンバインは、走行装置11によって自走可能に構成されている。運転部12、脱穀装置13、穀粒タンク14は、走行装置11の上側に備えられ、車体10の上部を構成している。運転部12は、コンバインを運転する運転者やコンバインの作業を監視する監視者が搭乗可能である。通常、運転者と監視者とは兼務される。なお、運転者と監視者が別人の場合、監視者は、コンバインの機外からコンバインの作業を監視していても良い。

【0019】

40

穀粒排出装置18は、穀粒タンク14の後下部に連結されている。また、衛星測位モジュール80は、運転部12の前上部に取り付けられている。

【0020】

収穫部Hは、コンバインにおける前部に備えられている。そして、搬送装置16は、収穫部Hの後側に設けられている。また、収穫部Hは、切断機構15及びリール17を有している。切断機構15は、圃場の植立穀稈を刈り取る。また、リール17は、回転駆動しながら収穫対象の植立穀稈を掻き込む。この構成により、収穫部Hは、圃場の穀物（農作物の一種）を収穫する。そして、コンバインは、収穫部Hによって圃場の穀物を収穫しながら走行装置11によって走行する作業走行が可能である。

【0021】

50

切断機構 15 により刈り取られた刈取穀稈は、搬送装置 16 によって脱穀装置 13 へ搬送される。脱穀装置 13 において、刈取穀稈は脱穀処理される。脱穀処理により得られた穀粒は、穀粒タンク 14 に貯留される。穀粒タンク 14 に貯留された穀粒は、必要に応じて、穀粒排出装置 18 によって機外に排出される。なお、このコンバインは、車体 10 と走行装置 11 との間に、油圧式の傾斜機構 110 が設けられており、走行面（圃場面）に対して左右方向及び前後方向で車体 10 を傾斜させることができる。

【0022】

運転部 12 には、通信端末 2 が配置されている。本実施形態において、通信端末 2 は、運転部 12 に固定されている。しかしながら、本発明はこれに限定されず、通信端末 2 は、運転部 12 に対して着脱可能に構成されていても良いし、コンバインの機外に位置していても良い。

10

【0023】

図 2 に示すように、このコンバインは、圃場において設定された走行経路に沿って自動走行する。このためには、自車位置が必要である。自車位置検出モジュール 80 には、衛星航法モジュール 81 と慣性航法モジュール 82 とが含まれている。衛星航法モジュール 81 は、人工衛星 G S からの G N S S (global navigation satellite system) 信号 (G P S 信号を含む) を受信して、自車位置を算出するための測位データを出力する。慣性航法モジュール 82 は、ジャイロ加速度センサ及び磁気方位センサを組み込んでおり、瞬時の走行方向を示す位置ベクトルを出力する。慣性航法モジュール 82 は、衛星航法モジュール 81 による自車位置算出を補完するために用いられる。慣性航法モジュール 82 は、衛星航法モジュール 81 とは別の場所に配置してもよい。

20

【0024】

このコンバインによって圃場での収穫作業を行う場合の手順は、以下に説明する通りである。

【0025】

まず、運転者兼監視者は、コンバインを手動で操作し、図 2 に示すように、圃場内の外周部分において、圃場の境界線に沿って周回するように収穫走行を行う。これにより既耕地（既作業地）となった領域は、外周領域 S A として設定される。そして、外周領域 S A の内側に未刈地（未作業地）のまま残された領域は、作業対象領域 C A として設定される。

30

【0026】

また、このとき、外周領域 S A の幅をある程度広く確保するために、運転者は、コンバインを 3 ~ 4 周走行させる。この走行においては、コンバインが 1 周する毎に、コンバインの作業幅分だけ外周領域 S A の幅が拡大する。最初の、3 ~ 4 週の走行が終わると、外周領域 S A の幅は、コンバインの作業幅の 3 ~ 4 倍程度の幅となる。

【0027】

外周領域 S A は、作業対象領域 C A において収穫走行を行うときに、コンバインが方向転換するためのスペースとして利用される。また、外周領域 S A は、収穫走行を一旦終えて、穀粒の排出場所へ移動する際や、燃料の補給場所へ移動する際等の移動用のスペースとしても利用される。

40

【0028】

なお、図 2 に示す運搬車 C V は、コンバインから排出された穀粒を収集し、運搬することができる。穀粒排出の際、コンバインは運搬車 C V の近傍へ移動した後、穀粒排出装置 18 によって穀粒を運搬車 C V へ排出する。

【0029】

外周領域 S A 及び作業対象領域 C A が設定されると、図 3 に示すように、作業対象領域 C A における走行経路が算定される。算定された走行経路は、作業走行のパターンに基づいて順次設定され、設定された走行経路に沿って走行するように、コンバインが自動走行制御される。

【0030】

50

図4に、本発明によるスリップ判定システムを利用するコンバインの制御系が示されている。コンバインの制御系は、多数のECUと呼ばれる電子制御ユニットからなる制御ユニット5、及び、この制御ユニット5との間で車載LANなどの配線網を通じて信号通信(データ通信)を行う各種入出力機器から構成されている。

【0031】

報知デバイス62は、運転者等に作業走行状態や種々の警告を報知するためのデバイスであり、ブザー、ランプ、スピーカ、ディスプレイなどである。通信部66は、このコンバインの制御系が、通信端末2との間で、あるいは、遠隔地に設置されている管理コンピュータとの間でデータ交換するために用いられる。通信端末2には、圃場に立っている監視者、またはコンバイン乗り込んでいる運転者兼監視者が操作するタブレットコンピュータ、自宅や管理事務所に設置されているコンピュータなどが含まれる。制御ユニット5は、この制御系の中核要素であり、複数のECUの集合体として示されている。自車位置検出モジュール80からの信号は、車載LANを通じて制御ユニット5に入力される。

10

【0032】

制御ユニット5は、入出力インタフェースとして、出力処理部58と入力処理部57とを備えている。出力処理部58は、機器ドライバ65を介して種々の動作機器70と接続している。動作機器70として、走行関係の機器である走行機器群71と作業関係の機器である作業機器群72とがある。走行機器群71には、例えば、エンジン制御機器、変速制御機器、制動制御機器、操舵制御機器などが含まれている。作業機器群72には、収穫部H、脱穀装置13、搬送装置16、穀粒排出装置18、傾斜機構110における動力制御機器などが含まれている。

20

【0033】

入力処理部57には、走行状態センサ群63、作業状態センサ群64、走行操作ユニット90、などが接続されている。走行状態センサ群63には、走行装置11の対地速度に直接関係する車軸の回転数を検出する車軸回転数センサ631が含まれている。車軸回転数センサ631からの検出信号に基づいて、単位時間当たりの推定移動距離である推定車速が算出可能である。推定移動距離(推定車速)は、スリップがない場合には、実移動距離(実車速)となる。走行状態センサ群63にはその他のセンサとして、エンジン回転数センサ、オーバーヒート検出センサ、ブレーキペダル位置検出センサ、変速位置検出センサ、操舵位置検出センサなどが含まれている。作業状態センサ群64には、収穫作業装置(収穫部H、脱穀装置13、搬送装置16、穀粒排出装置18)の駆動状態を検出するセンサ、及び穀稈や穀粒の状態を検出するセンサがあり、例えば、刈取り脱穀センサや穀粒容量センサなどが含まれている。

30

【0034】

走行操作ユニット90は、運転者によって手動操作され、その操作信号が制御ユニット5に入力される操作具の総称である。走行操作ユニット90には、主変速操作具91、操舵操作具92、モード操作具93、自動開始操作具94、などが含まれている。モード操作具93は、自動運転と手動運転とを切り替えるための指令を制御ユニット5に与える機能を有する。自動開始操作具94は、自動走行を開始するための最終的な自動開始指令を制御ユニット5に与える機能を有する。この実施形態では、自動開始操作具94は2ボタン式であり、第1ボタン(第1の操作器)と第2ボタン(第2の操作器)とを同時に操作しないと自動開始指令が送り出されない。なお、モード操作具93による操作とは無関係に、制御ユニット5において、ソフトウェアによって、自動運転が行われる自動走行モードから手動運転が行われる手動走行モードへの移行が可能である。例えば、自動運転が不可能な状況が発生すると、制御ユニット5は、強制的に自動走行モードから手動走行モードへの移行を実行する。このようなモード移行の際には、コンバインは一時的に停車する。

40

【0035】

制御ユニット5には、自車位置算出部50、走行制御部51、作業制御部52、走行モード管理部53、経路算出部54、旋回性能調整部55、スリップ判定モジュール4が備えられている。自車位置算出部50は、自車位置検出モジュール80から逐次送られてく

50

る測位データに基づいて、予め設定されている車体 10 の特定箇所の地図座標（または圃場座標）である自車位置を算出する。報知部 56 は、制御ユニット 5 の各機能部からの指令等に基づいて報知データを生成し、報知デバイス 62 に与える。

【0036】

走行制御部 51 は、エンジン制御機能、操舵制御機能、車速制御機能などを有し、走行機器群 71 に制御信号を与える。作業制御部 52 は、収穫作業装置（収穫部 H、脱穀装置 13、搬送装置 16、穀粒排出装置 18 など）の動きを制御するために、作業機器群 72 に制御信号を与える。

【0037】

このコンバインは自動走行で収穫作業を行う自動運転と手動走行で収穫作業を行う手動運転との両方で走行可能である。このため、走行制御部 51 には、手動走行制御部 511 と自動走行制御部 512 と走行経路設定部 513 とが含まれている。なお、自動運転を行う際には、自動走行モードが設定され、手動運転を行うためには手動走行モードが設定される。このような走行モードは、走行モード管理部 53 によって管理される。

10

【0038】

自動走行モードが設定されている場合、自動走行制御部 512 は、自動操舵及び停止を含む車速変更の制御信号を生成して、走行機器群 71 を制御する。自動操舵に関する制御信号は、走行経路設定部 513 によって設定された目標となる走行経路と、自車位置算出部 50 によって算出された自車位置との間の位置ずれ（方位ずれを含む）を解消するように生成される。車速変更に関する制御信号は、前もって設定された車速値に基づいて生成される。走行経路設定部 513 によって設定される走行経路は、経路算出部 54 に登録されている経路算出アルゴリズムによって算出される。

20

【0039】

手動走行モードが選択されている場合、運転者による操作に基づいて、手動走行制御部 511 が制御信号を生成し、走行機器群 71 を制御することで、手動運転が実現する。なお、経路算出部 54 によって算出された走行経路は、手動運転であっても、コンバインが当該走行経路に沿って走行するためのガイダンス目的で利用することができる。

【0040】

自動運転を行う自動走行モードと、手動運転を行う手動走行モードとの間の移行は、直接ではなく、遷移モードの介在の下に、行われる。手動走行モードから自動走行モードに移行する際の遷移モードとして、自動待機モードが用意されている。また、自動走行モードから手動走行モードに移行する際の遷移モードとして、自動運転中に車体 10 の一時停止を行う一時停止モードと、この一時停止モードから手動走行モードへの移行の最終段階としての牽制モードとが用意されている。自動走行モードと、手動走行モードと、それらをつなぐ遷移モードとの間の移行には、それぞれ移行条件が設定されている。走行モード管理部 53 は、このような移行条件の成立を判定し、各モードへの移行を管理する。

30

【0041】

旋回性能調整部 55 は、走行状態センサ群 63、作業状態センサ群 64、スリップ判定モジュール 4 からの情報に応じて、車体 10 の旋回性能を調整する。旋回性能の調整項目は、左右の走行装置 11 の速度差を変更すること、旋回車速を加速させること（直線走行から旋回走行への移行時に増速すること）、旋回時に傾斜機構 110 を駆動して旋回外側が高くなるように車体 10 を傾斜させること、などである。

40

【0042】

この実施形態では、エンジンから走行装置 11 への動力伝達経路において左右一対の静油圧変速装置を介在させて、変速が行われている。左右の静油圧変速装置の変速の違いにより車体 10 が旋回する。静油圧変速装置への油圧の供給は油圧パックと呼ばれる油圧ポンプを含む油圧回路によって行われる。静油圧変速装置を正常に動作させるためには、エンジンによって駆動される油圧パックの油圧が十分確保されている必要がある。しかしながら、旋回走行などにおいて、走行負荷が増大すると、一時的なエンジン回転数の低下や静油圧変速装置での滑りが生じ、油圧ポンプの回転不足から、油圧パックの油圧が不十分

50

となって、旋回性が悪化する。このため、旋回性能調整部 5 5 は、そのような旋回時にエンジン回転数を上昇させる機能も有する。

【 0 0 4 3 】

スリップ判定モジュール 4 は、スリップ量算出部 4 1 と、適否判定部 4 2 と、自動走行停止部 4 3 とを備えている。スリップ量算出部 4 1 は、車軸回転数センサ 6 3 1 から得られる駆動車軸の回転数に基づいて算出される車体 1 0 の単位時間当たりの推定移動距離と、自車位置算出部 5 0 から得られる自車位置に基づいて算出される車体 1 0 の単位時間当たりの実移動距離とから車体 1 0 (走行装置 1 1) のスリップ量 (またはスリップ率) を算出する。なお、単位走行距離だけ移動するために必要となった推定時間と実時間とからスリップ量を求めることも可能である。

10

【 0 0 4 4 】

適否判定部 4 2 は、スリップ量に基づいて走行地面の状態が自動走行モードによる自動運転 (自動走行) に適するかどうかの適否判定を行う。適否判定部 4 2 は、スリップ許容量を超えるスリップ量を検知すると、自動走行に適しない状態であると判定する。自動走行において許容されるスリップ量 (スリップ許容量) は、予め設定されている。スリップ許容量は、コンバインの仕様によって調整されてもよいし、圃場毎に調整されてもよい。さらに、スリップ許容量は、監視者の判断によって、調整することも可能である。この実施形態では、適否判定部 4 2 は、突発的な信号エラーや演算エラーなどを考慮して、継時挙動を、例えば継時的に算出された複数のスリップ量の最大及び最小を除いた平均を、適否判定のためのスリップ量とする。

20

【 0 0 4 5 】

自動走行停止部 4 3 は、自動走行中に、適否判定部 4 2 が自動走行に適しないスリップ量が発生していると判定した場合、走行モード管理部 5 3 に、自動走行モードから手動走行モードに移行して、自動走行を停止することを指令する。走行モード管理部 5 3 は、自動走行停止部 4 3 から、自動走行停止指令を受けると、走行モードを手動走行モードとし、車体 1 0 を停止させる。

【 0 0 4 6 】

次に、図 5 のフローチャートを用いて、スリップ判定処理に関する制御の流れを説明する。

コンバインが走行すると同時に、スリップを検知する処理が始まる (# 0 1)。まず、自車位置が自車位置算出部 5 0 によって算出される (# 1 1)。所定時間間隔で算出された 2 つの自車位置の差から単位時間当たりの実際の移動距離である実移動距離が算出される (# 1 2)。さらに、車軸回転数センサ 6 3 1 による駆動車軸の単位時間当たりの回転数が検出される (# 1 3)。検出された回転数に基づいて、単位時間当たりの推定移動距離が算出される (# 1 4)。スリップ量算出部 4 1 は、実移動距離と推定移動距離との差から、スリップ量を算出する (# 1 5)。算出されたスリップ量は、報知部 5 6 と報知デバイス 6 2 とを通じて、メータ表示または数値表示などの形態で報知される (# 1 6)。

30

【 0 0 4 7 】

連続して算出されたスリップ量の傾向から、スリップが生じやすい路面状態であるかどうかチェックされる (# 2 0)。このチェックには、予め設定されている注意しきい値が用いられる。スリップに注意する必要があると判定されると (# 2 0 必要分岐)、その旨を報知するため、スリップ注意報が発令される (# 2 1)。スリップに注意する必要があると判定されると (# 2 0 不要分岐)、その時点でスリップ注意報が発令されていると解除され (# 2 2)、スリップ注意報が発令されていなければ、そのまま何も行われずに、ステップ # 1 1 に戻る。

40

【 0 0 4 8 】

スリップに注意する必要があると判定されると (# 2 0 必要分岐)、さらに、現在の走行モードが、自動走行モード (自動走行中) であるか、手動走行モード (手動走行中) であるかがチェックされる (# 3 0)。手動走行中であれば (# 3 0 手動分岐)、そのままステップ # 1 1 に戻る。自動走行中であれば (# 3 0 自動分岐)、さらに、算出されてい

50

るスリップ量に基づいて、現状のスリップ状況で自動走行を続行してもよいかどうかを、適否判定部42が判定する(#31)。この適否判定においても、予め判定基準となる所定値のスリップ量が用いられるか、あるいは、スリップ量の継時挙動が判定基準として用いられる。現状のスリップ状況であってもまだ自動走行を続行してもよいと判定された場合(#31適分岐)、ステップ#11に戻る。現状のスリップ状況では自動走行の続行は避けるべきと判定された場合(#31否分岐)、自動走行制御部512による自動走行が停止される(#32)。これに伴って、コンバインが一時停車する(#33)。

【0049】

次いで、報知部56は、監視者兼運転者に、なおも自動走行を続行するかどうか問いかける(#40)。監視者兼運転者が、自動走行の続行を望み、自動走行の続行を指令した場合(#40続行分岐)、適否判定部42による適否判定条件がやや緩和され(#41)、ステップ#01に戻り、自動走行での走行が再開される。監視者兼運転者が、自動走行の続行を断念し、手動走行への切り替えを指令した場合(#40中止分岐)、手動走行モードに切り替えられ、ステップ#01に戻り、手動走行での走行が開始される。

【0050】

〔別実施の形態〕

(1) 上述した実施形態では、自車位置検出モジュール80として、衛星航法モジュール81と慣性航法モジュール82との組み合わせたものが用いられていたが、衛星航法モジュール81だけでもよい。また、実移動距離の算出に、カメラによる撮影画像に基づいて単位時間当たりの移動距離を算出する方法を採用してもよい。

【0051】

(2) 図4で示された各機能部は、主に説明目的で分けられている。実際には、各機能部は他の機能部と統合してもよいし、または複数の機能部に分けてもよい。さらに、制御ユニット5に構築されている機能部のうち、走行モード管理部53、経路算出部54、旋回性能調整部55、スリップ判定モジュール4のうち全て、または一部が、コンバインに持ち込み可能な携帯型の通信端末2(タブレットコンピュータなど)に構築され、無線や車載LANを経由して制御ユニット5とデータ交換するような構成を採用してもよい。

【0052】

(3) 上述の実施形態においては、監視者は、コンバインを手動運転し、図2に示すように、圃場内の外周部分において、圃場の境界線に沿って周回するように収穫走行を行い、その後、走行経路を算出して、自動運転に切り替える。しかしながら、本発明はこれに限定されず、最初から、コンバインが自動運転され、特別な事態が発生した際に、手動運転に切り替えられる運転方法でもよい。

【0053】

(4) 上述の実施形態においては、適否判定部42が自動走行の続行不可と判定すれば、自動走行モードによる自動走行が停止され、車体10は一時停車した。これに代えて、適否判定部42が自動走行の続行不可と判定すれば、自動走行モードから手動走行モードに強制的に切り替えられ、その旨の報知だけ行われ、車体10は走行を続行するようにしてもよい。

【0054】

なお、上述の実施形態(別実施形態を含む、以下同じ)で開示される構成は、矛盾が生じない限り、他の実施形態で開示される構成と組み合わせ適用することが可能であり、また、本明細書において開示された実施形態は例示であって、本発明の実施形態はこれに限定されず、本発明の目的を逸脱しない範囲内で適宜変更することが可能である。

【産業上の利用可能性】

【0055】

本発明は、普通型のコンバインだけでなく、自脱型のコンバインにも適用可能である。また、トウモロコシ収穫機、ジャガイモ収穫機、ニンジン収穫機、サトウキビ収穫機等の種々の収穫機、田植機、トラクタなどの圃場作業車にも適用できる。さらには、芝刈機や建機などにも適用可能である。

10

20

30

40

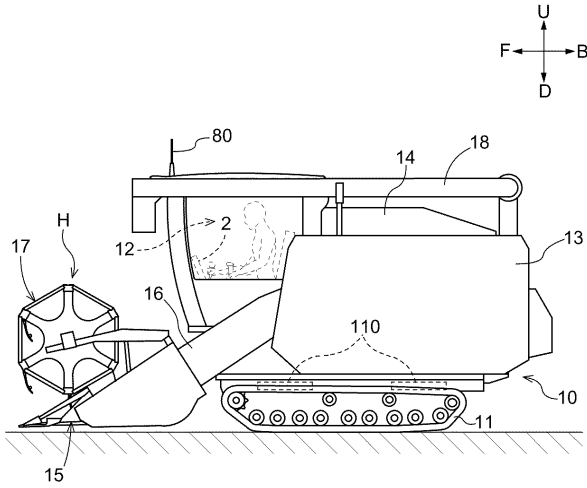
50

【符号の説明】

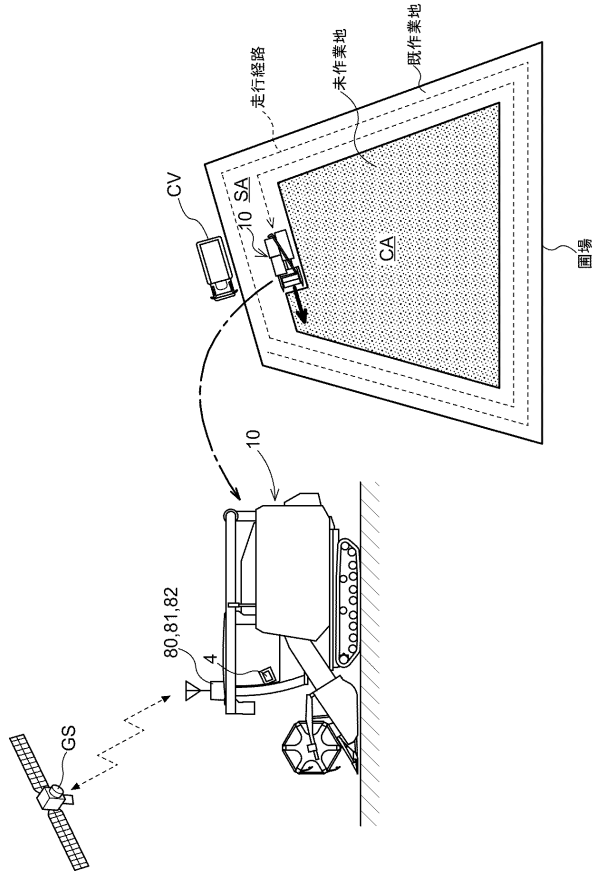
【0056】

1 0	: 車体 (走行車体)	
1 1	: 走行装置	
1 1 0	: 傾斜機構	
4	: スリップ判定モジュール	
4 1	: スリップ量算出部	
4 2	: 適否判定部	
4 3	: 自動走行停止部	
5	: 制御ユニット	10
5 0	: 自車位置算出部	
5 1	: 走行制御部	
5 1 1	: 手動走行制御部	
5 1 2	: 自動走行制御部	
5 1 3	: 走行経路設定部	
5 2	: 作業制御部	
5 3	: 走行モード管理部	
5 4	: 経路算出部	
5 5	: 旋回性能調整部	
5 6	: 報知部	20
5 7	: 入力処理部	
5 8	: 出力処理部	
6 3 1	: 車軸回転数センサ	
8 0	: 自車位置検出モジュール	
8 1	: 衛星航法モジュール	
8 2	: 慣性航法モジュール	

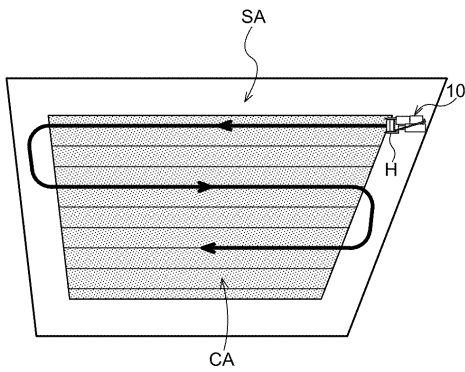
【図1】



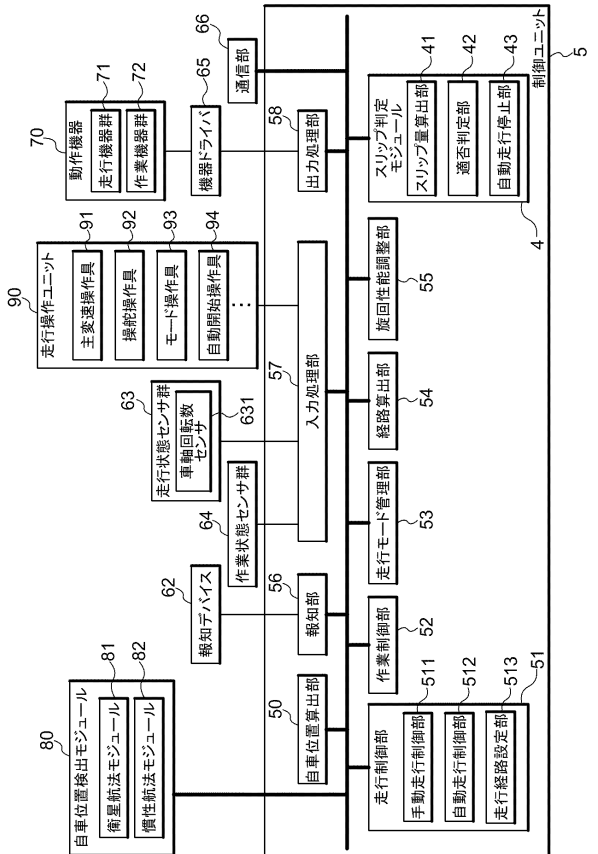
【図2】



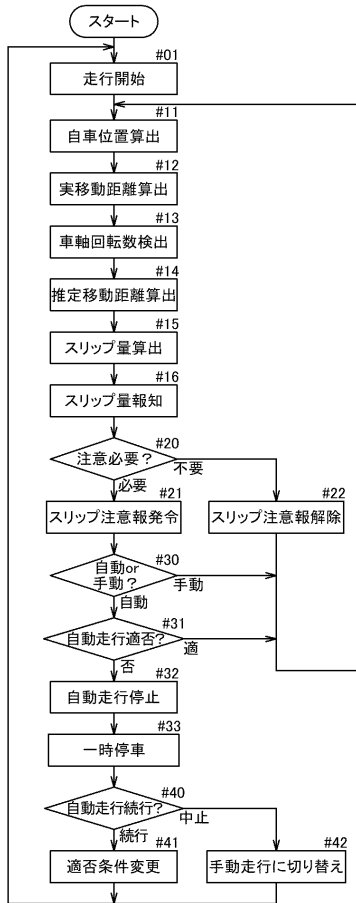
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 6 0 W 30/02 3 0 0

(72)発明者 仲島 鉄弥
大阪府堺市堺区石津北町6 4 番地 株式会社クボタ 堺製造所内

(72)発明者 中林 隆志
大阪府堺市堺区石津北町6 4 番地 株式会社クボタ 堺製造所内

(72)発明者 丸尾 賢
兵庫県尼崎市浜1 丁目1 番1 号 株式会社クボタ 本社阪神事務所内

審査官 増子 真

(56)参考文献 特開2 0 1 6 - 1 6 8 8 8 3 (J P , A)
特開2 0 0 4 - 0 0 8 0 5 3 (J P , A)
特開2 0 1 7 - 0 6 8 5 3 3 (J P , A)
特開2 0 1 6 - 0 3 1 6 4 9 (J P , A)
特開2 0 0 8 - 2 3 7 1 7 2 (J P , A)
特開2 0 1 7 - 2 1 1 7 3 4 (J P , A)
特開2 0 0 0 - 0 0 6 7 8 7 (J P , A)
特開2 0 0 9 - 0 6 1 9 4 5 (J P , A)
特開2 0 1 5 - 1 1 2 0 7 0 (J P , A)
特開2 0 0 6 - 2 1 3 1 8 9 (J P , A)
特開2 0 0 7 - 2 3 7 9 3 3 (J P , A)
特開2 0 1 7 - 1 7 3 9 6 9 (J P , A)
特開2 0 1 7 - 0 5 5 6 7 3 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

B 6 0 W	1 0 / 0 0	-	1 0 / 3 0
B 6 0 W	3 0 / 0 0	-	6 0 / 0 0
E 0 2 F	3 / 4 2	-	3 / 4 3
E 0 2 F	3 / 8 4	-	3 / 8 5
E 0 2 F	9 / 2 0	-	9 / 2 2
A 0 1 B	6 9 / 0 0	-	6 9 / 0 8
A 0 1 C	7 / 0 0	-	9 / 0 8
A 0 1 C	5 / 0 0	-	5 / 0 8
A 0 1 D	4 1 / 0 0	-	4 1 / 1 2
A 0 1 D	4 1 / 1 3 3	-	4 1 / 1 6
A 0 1 D	4 7 / 0 0		
G 0 5 D	1 / 0 0	-	1 / 1 2