

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6607865号  
(P6607865)

(45) 発行日 令和1年11月20日(2019.11.20)

(24) 登録日 令和1年11月1日(2019.11.1)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>GO8G</b>	<b>1/09</b>	<b>(2006.01)</b>	GO8G 1/09 H
<b>GO8G</b>	<b>1/16</b>	<b>(2006.01)</b>	GO8G 1/16 C
<b>GO5D</b>	<b>1/02</b>	<b>(2006.01)</b>	GO5D 1/02 S
<b>GO1M</b>	<b>17/007</b>	<b>(2006.01)</b>	GO5D 1/02 J
			GO1M 17/007 D

請求項の数 15 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2016-562255 (P2016-562255)  
 (86) (22) 出願日 平成27年4月16日 (2015.4.16)  
 (65) 公表番号 特表2017-514224 (P2017-514224A)  
 (43) 公表日 平成29年6月1日 (2017.6.1)  
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2015/051157  
 (87) 国際公開番号 W02015/159091  
 (87) 国際公開日 平成27年10月22日 (2015.10.22)  
 審査請求日 平成30年3月26日 (2018.3.26)  
 (31) 優先権主張番号 1406993.4  
 (32) 優先日 平成26年4月17日 (2014.4.17)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関 英国 (GB)

(73) 特許権者 512000307  
 アンソニー ベスト ダイナミクス リミ  
 テッド  
 英国, ウィルトシャー州 BA15 1A  
 J, ブラッドフォード オン エイボン,  
 ホルト ロード  
 (74) 代理人 100080089  
 弁理士 牛木 護  
 (74) 代理人 100161665  
 弁理士 高橋 知之  
 (74) 代理人 100121153  
 弁理士 守屋 嘉高  
 (74) 代理人 100178445  
 弁理士 田中 淳二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 経路制御システムおよび経路制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の車両の経路から第2の車両が補完経路を進むように制御するためのシステムにおいて、

- ・ 時間 ( T ) および前記第1の車両の経路の ( X , Y ) 位置座標のためのメモリ、
- ・ 時間 ( T ) および前記第1の車両の実際の ( X , Y ) 位置座標を決定するためのGPS受信機、
- ・ 前記第1の車両の実際の位置をテスト経路誤差として所定の時間での経路位置と比較する手段、および、
- ・ 前記テスト経路誤差を送信する手段、
- ・ を有する第1の車両サブシステムと、
- ・ 時間 ( T ) および前記第2の車両の経路の ( X , Y ) 位置座標のためのメモリ、
- ・ 時間 ( T ) および前記第2の車両の実際の ( X , Y ) 位置座標を決定するためのGPS受信機、
- ・ 前記テスト経路誤差を受信する手段、
- ・ 前記テスト経路誤差を考慮して前記第2の車両の修正経路を計算して、
- ・ 前記修正経路を進むように前記第2の車両に制御信号を生成し、それにより、記憶された経路と同じように相互補完的である実経路に沿って前記第1および第2の車両が移動する手段、
- ・ を有する第2の車両サブシステムと、

を備えることを特徴とするシステム。

【請求項 2】

前記第 2 の車両を前記制御信号に従って前記修正経路を進むように制御する手段を含むことを特徴とする請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記第 1 および第 2 の車両サブシステムの前記メモリは、それぞれ ( X , Y , T ) 座標を有するウェイポイントとして各経路を記憶するよう構成されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記第 1 および第 2 の車両サブシステムは、  
 ・連続する前記ウェイポイントの間のベクトルの長さを前記ウェイポイントでの想定時間の差で割った値として、最初の近似に対応する前記ウェイポイント間の想定速度、および前記ベクトルの角度としての想定経路方向を計算するよう構成され、  
 ・前記第 1 および第 2 の車両サブシステムは、さらに前記ウェイポイントを通る滑らかな経路を補間し、その補間された経路から想定速度および方向を計算するよう構成されることを特徴とする請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記第 1 および第 2 の車両サブシステムは、時間 T での ( x , y ) である方向 X および方向 Y での誤差に関して、テスト経路誤差を表し、各テスト経路誤差をそれぞれ送信および受信するよう構成されることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記第 1 および第 2 の車両サブシステムがテスト経路誤差を時間誤差および横方向誤差として表すよう構成され、  
 ・前記時間誤差は各ウェイポイントにおいて前記第 1 の車両が早いまたは遅いことによる時間の長さであり、  
 ・前記横方向誤差は記憶されたウェイポイント経路からの実際の経路の横方向の変位であることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記第 1 および第 2 の車両サブシステムはさらに、その大きさおよび想定経路に角度が直角な角度として横方向のずれを有するベクトルとして横方向誤差を計算し、送信する構成、および、想定経路に沿った前記第 2 の車両の想定速度に対する変化としての前記第 1 の車両の時間誤差の観点から、前記ベクトルの経路方向の分解要素を経路の横方向のベクトルの分解要素とともに加えて、前記第 2 の車両の経路を修正する構成のいずれか 1 つまたは両方を有することを特徴とする請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記第 1 および第 2 の車両サブシステムは、さらに前記第 1 の車両の速度における誤差をそれぞれ送信および受信する構成、および、一定の時間間隔で誤差を送信および受信する構成のいずれか 1 つまたは両方を有することを特徴とする請求項 3 ~ 7 のいずれか 1 項に記載のシステム。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の第 1 および第 2 の車両サブシステムをそれぞれ備えている第 1 および第 2 の車両に対し前記第 1 の車両の経路に補完的な経路を進むよう前記第 2 の車両を制御する方法において、

- ・前記第 1 および第 2 の車両の想定経路を記憶するステップと、
- ・前記第 1 の車両の実際の位置を決定し、テスト経路誤差を生成するために前記実際の位置を想定位置と一定期間ごとに比較するステップと、
- ・前記第 1 の車両から前記第 2 の車両に前記テスト経路誤差を送信するステップと、
- ・前記第 2 の車両に対する修正経路を計算するステップと、
- ・前記第 2 の車両が前記修正経路を進むように制御するステップとを備えることを特徴とする方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 10】

- ・経路をウェイポイントとして記憶するステップと、
- ・最初の近似に対応し、連続する前記ウェイポイントの間のベクトルの長さを前記ウェイポイントでの想定時間の差で割った値として計算する、前記ウェイポイント間の想定速度；および
- ・前記ベクトルの角度としての想定経路方向、
- ・を計算するステップとを含むことを特徴とする請求項 9 に記載の方法。

## 【請求項 11】

時間 T での (x, y) である方向 X および方向 Y での誤差に関して、テスト経路誤差を表し、それらをそれぞれ送信及び受信するステップを含むことを特徴とする請求項 9 または 10 に記載の方法。

10

## 【請求項 12】

- テスト経路誤差を時間誤差および横方向誤差として表すステップを含み、
- ・前記時間誤差は各ウェイポイントにおいて前記第 1 の車両が早いまたは遅いことによる時間の長さであり、
- ・前記横方向誤差は記憶されたウェイポイント経路からの実際の経路の横方向の変位であることを特徴とする請求項 9 または 10 に記載の方法。

## 【請求項 13】

その大きさおよび想定経路に角度が直角な角度として横方向のずれを有するベクトルとして横方向誤差を計算し、送信することを特徴とする請求項 12 に記載の方法。

20

## 【請求項 14】

想定経路に沿った前記第 2 の車両の想定速度に対する変化としての前記第 1 の車両の時間誤差の観点から、前記ベクトルの経路方向の分解要素を経路の横方向のベクトルの分解要素とともに加えて、前記第 2 の車両の経路を修正するステップを含むことを特徴とする請求項 13 に記載の方法。

## 【請求項 15】

前記第 1 の車両の速度における誤差をさらにそれぞれ送信および受信するステップ、および、一定の時間間隔で誤差を送信および受信するステップのいずれか 1 つまたは両方を含むことを特徴とする請求項 9 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

30

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、第 1 の車両の経路から、第 2 の車両が補完経路を進むように制御するためのシステムに関する。

## 【0002】

車両、特に自動車のテストは、互いに接近および/または交差する補完経路を自動車が進むように制御することを含むことがある。手動制御で可能なものよりも高精度でテストを実行できることが望ましい。

## 【0003】

我々は、車両が独立して決められた経路を進むよう、互いに独立して続く経路のプリプログラミング・コントローラーにより、車両をロボット制御で制御してきた。カットインテストでは、我々は第 2 の自動車が平行な経路に沿って第 1 の自動車の前を設定された距離で進むようにも制御してきた。

40

## 【0004】

第 2 の車両が、プログラムされた経路から変化する第 1 の実際の経路により選ばれた実経路からのずれを考慮に入れることができることが望ましい。これは事実上、第 1 の車両の位置座標を第 2 の車両に送信することで、第 2 の車両が第 1 の車両の前を固定した距離を保つよう制御されるカットインテストが行われる方法であった。

## 【0005】

本発明の目的は、第 2 の車両が第 1 の車両の経路に相補的な経路を進むよう制御するた

50

めの改良されたシステムを提供することである。

【0006】

本発明によれば、第1の車両の経路から第2の車両が補完経路を進むように制御するためのシステムが提供され、当該システムは、

- ・時間および第1の車両の経路の $(X, Y)$ 位置座標のためのメモリ、
- ・時間および第1の車両の実際の $(X, Y)$ 位置座標を決定するためのGPS受信機、
- ・第1の車両の実際の位置をテスト経路誤差として所定の時間での経路位置と比較する手段、および、
- ・テスト経路誤差を送信する手段、
- ・を有する第1の車両サブシステムと、
- ・時間および第2の車両の経路の $(X, Y)$ 位置座標のためのメモリ、
- ・時間および第2の車両の実際の $(X, Y)$ 位置座標を決定するためのGPS受信機、
- ・テスト経路誤差を受信する手段、
- ・テスト経路誤差を考慮して第2の車両の修正経路を計算して、
- ・修正経路を進むように第2の車両に制御信号を生成し、それにより、記憶された経路と同じように相互補完的である実経路に沿って第1および第2車両が移動する手段、
- ・を有する第2の車両サブシステムと、を備える。

10

【0007】

通常、経路はウェイポイントとして表現され、各ウェイポイントは $(X, Y, T)$ 座標、すなわち、ウェイポイントの位置と、第1の車両または第2の車両がウェイポイントに位置する時間とを有する。ウェイポイントの間の想定速度は、連続するウェイポイントの間のベクトルの長さをウェイポイントでの想定時間の差で割った値として、最初の近似に対応させることができ、ベクトルの角度が経路の方向を与える。我々はウェイポイントを通る滑らかな経路を補間し、補間された経路から想定速度および方向を計算することが好ましい。

20

【0008】

テスト経路誤差は、 $X$ および $Y$ の方向、すなわち時間 $T$ における $(x, y)$ の誤差の観点から表すことができると考えられる。

30

【0009】

しかしながら、第1の車両がロボット制御または人間の力で路面のマーキングの助けを借りて運転される場合、妥当な横の正確さすなわち比較的小さい横方向のずれで、かつ、若干大きい縦方向のずれでプログラムされた経路を進みそうであり、誤差を時間誤差および横方向誤差として送信することが便利である。時間誤差は、第1の車両がウェイポイントを早く（または遅く）通過することによって生じる時間の長さである。横方向誤差は、プログラムされた経路からの実経路の横方向の変位である。

【0010】

横方向誤差は、その大きさとして横方向のずれを有し、その角度として想定経路に直角の角度を有するベクトルとして計算して送信することが好ましい。これにより、経路の横方向のベクトルの分解要素とともに、経路の方向のベクトルの分解要素を加えて、第2の車両の経路の訂正が、変化としての第1の時間誤差の観点から、想定経路に沿った第2の車両の想定速度に適用されることができ、追い抜きまたは接近等の平行運転を含むテストにおいて、ベクトルの最大強度は横方向要素として使用される。両経路が横方向に動かされる量は同じ量である。これは、人間の操作および/またはクルーズコントロール下の第1の車両を用いたテストでの車両の接近した操縦を可能にする点で特に有利である。

40

【0011】

速度は容易に利用することができ、正の速度誤差は第2の車両の速度を増加させる必要性のしるしを与え、逆もまた同様であるので、速度誤差もまた送信される。これは、速度の次元の実際の誤差、または速度の百分率誤差とすることができる。

50

## 【 0 0 1 2 】

誤差は各ウェイポイントに送信されることができると同時に、一定時間ごとに都合よく送信され、これは通過するウェイポイントの間の間隔よりも頻繁に行われる。このより頻繁な送信は、ウェイポイントの間隔の想定経路の補間により容易になる。ウェイポイントは通常、想定経路に沿った一定の距離間隔で特定される。ウェイポイントの間隔は、2メートルよりも短い可能性は少なく、これは通常各車両の長さよりも短い長さである。しかしながら、距離間隔は遅い速度のテストではより短くすることができる。ウェイポイントは、一定の距離間隔で設定される必要はなく、想定経路に沿った一定時間間隔として設定されることができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

10

## 【 0 0 1 3 】

本発明の理解を助けるために、実施例によっておよび添付図面を参照してその特定の実施形態がここで述べられる。

【 図 1 】本発明に係る制御システムを使用したテストにおける第 1 および第 2 の車両の想定経路および実経路の計画図である。

【 図 2 】テスト中の 2 台の車両の側面図である。

【 図 3 】 ( i ) 第 1 の車両サブシステム、 ( i i ) 第 2 の車両サブシステムを示す制御システムのブロック図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 1 4 】

20

図面を参照すると、典型的な事故回避装置テストは、第 1 の「テスト」または「対象」車両 1 を、ウェイポイント  $3_1, 3_2 \dots 3_n$  で定義される第 1 の想定された既定の経路 2 に沿って運転することを含む。この運転は、例えば人間の操作、ロボット制御またはクルーズコントロールとすることができる。第 2 の「ターゲット」または「制御」車両 11 は、ウェイポイント  $13_1, 13_2 \dots 13_n$  で定義される第 2 の既定の経路 12 に沿って運転されるべきである。経路は、事故回避装置が本発明のシステムから制御を引き継ぐまたはその近くの交点で交差することを目的として行う。制御を引き継ぐことおよびその後の結果は本発明とは全く関係しない。

## 【 0 0 1 5 】

第 1 の車両は通常従来の自動車であり得る。第 2 の車両は、速度、操縦および制動を制御するロボット装置を備えた従来の自動車であり得る。別な方法として、第 2 の車両はソフトクラッシュのダミー自動車のための自走式運搬装置とすることができる。車両の正確な性質もまた本発明とは全く関係しない。

30

## 【 0 0 1 6 】

第 1 の車両は本発明の制御システムの第 1 のサブシステム 4 を備えている。第 1 のサブシステム内にはメモリ 41 があり、当該メモリはテストにおいて第 1 の車両により運転されることを目的とする第 1 の経路 2 を規定するウェイポイントをプログラムされることができる。通常は、ウェイポイントは 2 メートル間隔である。メモリと関連するのはウェイポイントを通る滑らかな経路を補間するためのプロセッサ 42 である。これはサブシステムが連携する経路 2 である。GPS モジュール 43 もまた含まれる。これは第 1 の車両の位置を 10 cm 以下の位置まで測定することができる。測定は通常 100 Hz で行う。GPS モジュールはプロセッサに接続され、プロセッサは GPS モジュールと同調して実際の位置を想定位置と比較するようプログラムされ；すなわち、想定位置と実際の位置との間の比較は 1 秒あたり 100 回行われる。

40

## 【 0 0 1 7 】

テストでは、車両が都市速度約 45 k p h ( 2 8 m p h ) で、ウェイポイントを想定経路に沿って 2 m 間隔とし、100 Hz で比較が行われ、これは 0 . 1 2 5 m 間隔であり、すなわちウェイポイントが通過される 16 倍の頻度である。この間隔は速度で変わる。

## 【 0 0 1 8 】

直線またはカーブであり得、および、以下で述べる第 2 の車両の経路に対していかなる

50

角度でもあり得る経路に沿って移動される距離の観点からテストが都合よく計画される限り、ウェイポイントは通常、一定の距離/間隔で経路に沿ったX, Y, T座標で決定される。比較はウェイポイントよりも頻繁に行われ、想定経路は補間してカーブすることができる。比較する各時間は、ウェイポイントでの想定時間とめったに一致しない。プロセッサは、度重なる運転ミスがない場合の比較する各時間で到達したであろう想定経路に沿って位置を計算するようプログラムされる。これらの位置は、第2の車両に送るべき経路誤差を計算する際のGPSが決定した実際の位置とともに使用される。

【0019】

通常、GPS速度は第2の車両に送られることのできるものよりも速く、誤差信号の頻度は以下のように遅く、通常は50Hzで送信される。

10

【0020】

想定経路からの横方向変位241に関する比較および誤差信号は、GPS分解能よりも小さい単位となり得、すなわち何十センチメートルであり、これは人間の運転者のステアリングまたはロボット制御が正確であり得るからである - 参照：人間の運転者の車線に従う能力。しかしながら、想定経路に沿った縦方向変位242に関する比較および誤差信号は、何十メートルとなり得、すなわち横方向変位より100倍大きい。これは、運転者が都市速度で想定経路に沿った正しい前進を判断する便利な参照条件を有しないからである。すなわち、運転者 - 路面標識に従う - またはロボット制御のステアリングでのクルーズコントロールは、ウェイポイントの時間に関しては、横方向には想定経路に近く維持することができるが、縦方向にはできない。運転者がディスプレイ44によって適切に想定速度を意識すれば、これに近く維持することができる。

20

【0021】

第1の車両が従う実経路102は図1に示される。

【0022】

プロセッサは以下を生成するよう都合よくプログラムされる：

- ・ 想定経路からの横方向のずれとしての横方向誤差信号；
- ・ 想定経路に沿った縦方向のずれとしての縦方向誤差信号。想定速度は運転者またはクルーズコントロールに厳密に従うから、縦方向誤差信号は、想定経路に沿って早いことによる時間（または遅いことによるマイナスの時間）の長さとして都合よく生成される。

【0023】

実経路と想定経路の接線方向のベクトルの大きさの差の観点からの速度誤差は容易に計算される。好都合なことに速度誤差は、実際の速度が想定速度を超える百分率で生成され、第1の車両が遅すぎる場合はマイナスのパーセンテージで生成される。

30

【0024】

これらの横方向、縦方向および速度の3つの誤差は、比較となるそれらの時間と共に、アンテナ46を備えた送信機45を介して送信される。

【0025】

第2の車両は本発明の制御システムの第2のサブシステム5を備えている。第1のサブシステムと同様に、第1のサブシステム内にはメモリ51があり、当該メモリはテストにおいて第2の車両により従われることを目的とする第2の経路12を規定するウェイポイントをプログラムされることができる。通常は、ウェイポイントは2メートル間隔である。メモリと関連するのはウェイポイントを通る滑らかな経路を補間するためのプロセッサ52である。これはサブシステムが連携する経路12である。GPSモジュール53もまた含まれる。これは車両の位置を10cm以下の位置まで測定することができる。GPSモジュールはプロセッサに接続される。アンテナ56を備える送信機55も含まれる。

40

【0026】

GPS装置と、プロセッサのプログラミングとにより、第2のサブシステムは、第2の車両の想定経路に対する実際の位置を確認する。受信機と、受信された第1の車両のコースからのずれを示す誤差により、プロセッサは、想定経路により意図されるように、第1の車両が交わるか、または少なくともそれらの経路が想定ポイント6および実際のポイン

50

トで交差するために、第2の車両がどこにいるべきか、修正経路112にのるように速度のベクトルを計算し、例えば第1の車両の事故回避装置が第2の車両との衝突を回避するように制御することができる。第2の経路は、接触/交差点への車両接近が実行されるテストに適切な方法で調整されるようにあらかじめ決定される。

【0027】

第2の車両はロボット制御でコントロールされ、すなわちエンジンおよびステアリングがサーボモータ56, 57により、想定コースから修正経路にリアルタイムで補完的な横方向および縦方向変位251, 252となるように制御される。

【0028】

縦方向のずれが横方向のずれよりも通常二桁大きい限りにおいて、経路に沿ったタイミングの観点での修正経路112に沿った第2の車両の前進の訂正、すなわち実際の時間間隔としてのタイミング誤差の適用により、車両がいくつかのテストで十分よく - または事実上実際に十分よく - 接近するように原因となるであろう。しかしながら、興味深いテストでは、第1の車両の横方向のずれにより、想定経路に対して縦方向に異なる車の位置で第2の車両に接近する。これを訂正するために、第1の車両の横方向のずれのベクトルが第2の車両の速度/時間が訂正された縦方向のずれに追加される。すなわち、横方向のずれがなければ、車両は想定経路を進み、両車両一緒にまたは想定するように一方が先に、意図された方法で、しかし単に瞬間の時間差で、交点6に到達する。第1の車両の横方向のずれとともに、第2の車両の実際の位置に、ずれの同量のベクトル量が追加されなければならない。想定経路が平行でなければ、このベクトルは第2の車両の想定経路の方向およびそれに直角な方向に成分を有する。これらの成分2521, 2522は、第2の車両の訂正251に追加され、これは経路に沿った時間、速度または距離で表される。

【0029】

想定経路が平行であれば、このベクトルは第2の車両の経路を直接修正するために使用されるベクトルの大きさとなる。これにより第2の車両の横方向の位置の正確かつ反応が早い正誤を可能にし、通過テスト(追い越しまたは接近)を堅実にかつ信頼をもって実行することができる。

【0030】

第1の車両がスタートするとテストが開始する。第2の車両はその後歩調を合わせてスタートする。いくつかのテストでは、第1の車両の経路に不意に入る車両のシミュレーションを目的として、第2の車両が第1の車両の後にスタートするようにプログラムされることができる。第1の車両がすでに経路に沿った時間誤差を有する場合には、第2の車両のスタート時間にこれを考慮に入れることができる。

【0031】

第1の車両の誤差がそのコースを通してテストの開始から蓄積する一方で、送信と、第2の車両の想定経路からの変位の補間的な増加との間の誤差の増加は小さく、少なくとも速度サーボモータの懸念に関しては、想定経路の追従に対する信号と比べて、サーボモータに対するサーボ制御信号の小さい変化により調整されることができる。

10

20

30

【 図 1 】

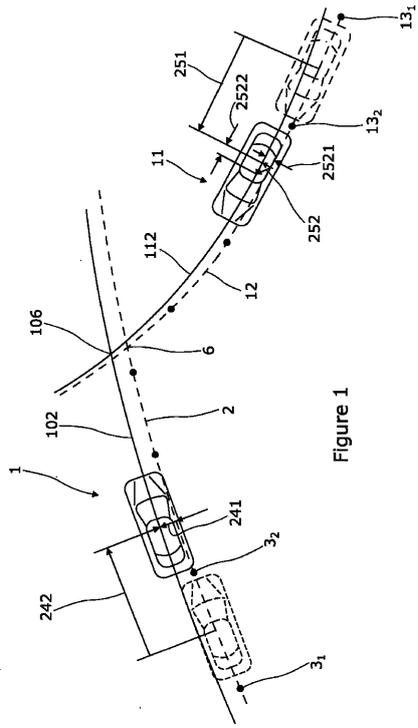


Figure 1

【 図 2 】

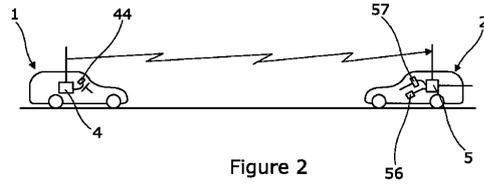


Figure 2

【 図 3 】

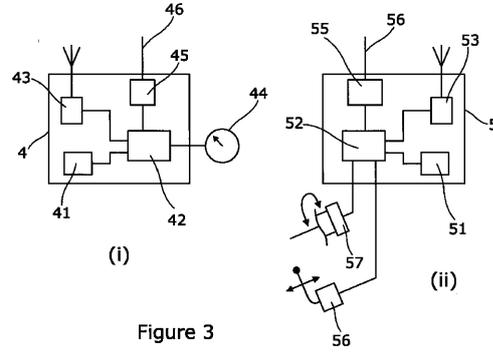


Figure 3

## フロントページの続き

(74)代理人 100188994

弁理士 加藤 裕介

(74)代理人 100194892

弁理士 齋藤 麻美

(74)代理人 100207653

弁理士 中村 聡

(72)発明者 ニーズ, シュテファン, ジョン

英国, サマセット州 BA5 2LR, ウェルズ, アッシュ レーン 23

審査官 永田 和彦

(56)参考文献 特開2000-339029(JP, A)

特開2006-4412(JP, A)

特開平1-190205(JP, A)

特開2008-82871(JP, A)

米国特許出願公開第2013/0017346(US, A1)

米国特許出願公開第2014/0058589(US, A1)

欧州特許出願公開第2237119(EP, A2)

米国特許出願公開第2013/0238166(US, A1)

米国特許出願公開第2014/0081505(US, A1)

米国特許出願公開第2011/0270467(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G08G 1/09, 1/16,

G05D 1/00-1/12,

G01M 17/007,

B60W 30/09, 30/095,

B60R 21/013