

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6928633号
(P6928633)

(45) 発行日 令和3年9月1日(2021.9.1)

(24) 登録日 令和3年8月11日(2021.8.11)

(51) Int.Cl.	F I
G06F 15/177 (2006.01)	G06F 15/177 Z
B60W 50/00 (2006.01)	B60W 50/00
G06F 15/173 (2006.01)	G06F 15/173 685S

請求項の数 20 外国語出願 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2019-190580 (P2019-190580)	(73) 特許権者	516353375
(22) 出願日	令和1年10月17日(2019.10.17)		バイドゥ ユーエスエー エルエルシー
(65) 公開番号	特開2020-109619 (P2020-109619A)		Baidu USA LLC
(43) 公開日	令和2年7月16日(2020.7.16)		アメリカ合衆国 94089 カリフォル
審査請求日	令和2年1月17日(2020.1.17)		ニア サニーバール ボルドー ドライブ
(31) 優先権主張番号	16/237, 192		1195
(32) 優先日	平成30年12月31日(2018.12.31)		1195 Bordeaux Dr.,
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		Sunnyvale, CA 94089
			, U. S. A.
		(74) 代理人	110000796
			特許業務法人三枝国際特許事務所
		(72) 発明者	ファン デイビー
			アメリカ合衆国 94089 カリフォル
			ニア サニーバール ボルドー ドライブ
			1195

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 柔軟なホスト及びクライアント構成を備える自動運転コンピューティング及びストレージ拡張デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

自動運転で利用されるデータ処理システムであって、前記システムは、

1つ又は複数のホストプロセッサと、命令を格納するメモリとを備えるホストシステムであって、前記命令は前記ホストプロセッサによって実行されると、自動運転車両(ADV)を運転するための自動運転操作を前記ホストプロセッサに実行させるホストシステムと、

前記ホストシステムから前記自動運転操作の少なくとも一部をオフロードするためにバスを介して前記ホストシステムに接続される拡張デバイスとを備え、

前記拡張デバイスは、

スイッチデバイスと、

前記スイッチデバイスに接続される複数の処理モジュールであって、前記処理モジュールのそれぞれは、前記ホストシステムからオフロードされた前記自動運転操作の少なくとも1つを実行するように構成され、前記処理モジュールの少なくとも1つは、前記ホストシステムから受信された命令に応じて動作を実行するクライアントノード、又は、前記拡張デバイス内の別のクライアントノードにタスクを割り当てるためのホストノードとして構成されることができる複数の処理モジュールであって、前記クライアントノードとは、クライアントデバイスとなるノードであり、前記ホストノードとは、ホストデバイスとなるノードである、モジュールと、を備え、

前記拡張デバイスのファームウェアは、前記ホストシステムが前記拡張デバイスに接続

されていることを検出するように構成され、

前記ファームウェアは、前記検出にตอบสนองして、前記ホストシステムが前記自動運転操作の少なくとも1つを前記少なくとも1つの処理モジュールにオフロードできるように、前記少なくとも1つの処理モジュールを前記ホストシステムに対するクライアントデバイスとして構成する、

データ処理システム。

【請求項2】

前記拡張デバイスの初期化中に、前記拡張デバイスのファームウェアは、前記ホストシステムが前記拡張デバイスに接続されていることを検出するように構成される、請求項1に記載のシステム。

10

【請求項3】

前記ファームウェアは、前記ホストシステムの初期化中にバス列挙プロセスにตอบสนองするように構成されるとともに、前記少なくとも1つの処理モジュールが前記ホストシステムに対するクライアントデバイスとして表示されるように前記少なくとも1つの処理モジュールの1つ以上の制御レジスタを構成するように構成される請求項2に記載のシステム。

【請求項4】

前記拡張デバイスの初期化中に、前記拡張デバイスのファームウェアは、前記ホストシステムが前記拡張デバイスに接続されていないことを検出するように構成され、

前記ファームウェアは、前記検出にตอบสนองして、前記処理モジュールのうちの第1の処理モジュールを前記拡張デバイス内のホストノードとして構成するとともに、前記処理モジュールのうちの残りの処理モジュールを前記第1の処理モジュールのクライアントノードとして構成する請求項1に記載のシステム。

20

【請求項5】

前記拡張デバイスはスタンドアロンシステムとして構成され、

前記第1の処理モジュールは、タスクを前記残りの処理モジュールによって実行するために前記残りの処理モジュールに割り当てるように構成される、請求項4に記載のシステム。

【請求項6】

前記複数の処理モジュールは、ホストノードとして構成される第1の処理モジュールと、前記ホストシステムに対するクライアントノードとして構成され、1つ又は複数の処理モジュールからなる第1組の処理モジュールと、前記第1の処理モジュールに対するクライアントノードとして構成され、1つ又は複数の処理モジュールからなる第2組のモジュールとを備える、請求項1に記載のシステム。

30

【請求項7】

前記ホストシステム及び前記第1組の処理モジュールは、第1の処理システムとして動作し、

前記第1の処理モジュール及び前記第2組の処理モジュールは、前記第1の処理システムと並行する第2の処理システムとして動作する、請求項6に記載のシステム。

【請求項8】

前記第1の処理モジュールはさらに、前記ホストシステムに対する第1のクライアントノードとして構成され、

前記スイッチデバイスを介して前記ホストシステムから受信されたリクエストに応じて、前記第1の処理モジュールは、第1の操作を実行し、前記スイッチデバイスを介して前記第1の操作の結果を第2の処理モジュールに送信し、

前記第2の処理モジュールは第2の操作を実行する、請求項6に記載のシステム。

40

【請求項9】

前記第2の処理モジュールは、前記第1の処理モジュールに対するクライアントノードとして構成される、請求項8に記載のシステム。

【請求項10】

前記複数の処理モジュールは、前記ホストシステムに対するクライアントノードとして

50

構成された第1の処理モジュール及び第2の処理モジュールを備え、

前記スイッチデバイスを介して前記ホストシステムから受信されたデータに応じて、前記第1の処理モジュールは、前記データに対して第1のデータ処理操作を実行するとともに、処理されたデータをピアツーピア転送により前記第2の処理モジュールに転送するように構成され、

前記第2の処理モジュールは、処理されたデータに対して第2のデータ処理操作を実行する、請求項1に記載のシステム。

【請求項11】

前記第1の処理モジュールは、前記ホストシステムから受信されたデータに対してデータ圧縮又は暗号化を実行し、

前記第2の処理モジュールは、前記第1の処理モジュールによって処理されたデータを永続性記憶装置に格納するためのストレージモジュールである、請求項10に記載のシステム。

【請求項12】

前記バスは、周辺構成要素インターフェースエクスプレス(PCIe)バスであり、

前記スイッチデバイスは、PCIe互換スイッチであり、

前記処理モジュールの少なくとも1つは、中央処理装置(CPU)、汎用処理装置(GPU)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)又はシステムオンチップ(SoC)を備える、請求項1に記載のシステム。

【請求項13】

自動運転で使用される拡張デバイスであって、前記デバイスは、

ホストシステムに接続されるホストインターフェースであって、前記ホストシステムは、1つ又は複数のホストプロセッサと、命令を格納するメモリとを備え、前記命令は前記ホストプロセッサによって実行されると、自動運転車両(ADV)を運転するための自動運転操作を前記ホストプロセッサに実行させるホストインターフェースと、

前記ホストインターフェースに接続されるスイッチデバイスと、

前記スイッチデバイスに接続される複数の処理モジュールであって、前記処理モジュールのそれぞれは、前記ホストシステムからオフロードされた自動運転操作の少なくとも1つを実行するように構成され、前記処理モジュールの少なくとも1つは、前記ホストシステムから受信された命令に応じて動作を実行するクライアントノード、又は、前記拡張デバイス内の別のクライアントノードにタスクを割り当てるためのホストノード、として構成されることができ、複数の処理モジュールであって、前記クライアントノードとは、クライアントデバイスとなるノードであり、前記ホストノードとは、ホストデバイスとなるノードである、モジュールと、を備え、

前記拡張デバイスのファームウェアは、前記ホストシステムが前記拡張デバイスに接続されていることを検出するように構成され、

前記ファームウェアは、前記検出にตอบสนองして、前記ホストシステムが前記自動運転操作の少なくとも1つを前記少なくとも1つの処理モジュールにオフロードできるように、前記少なくとも1つの処理モジュールを前記ホストシステムに対するクライアントデバイスとして構成する、

自動運転で使用される拡張デバイス。

【請求項14】

前記拡張デバイスの初期化中に、前記拡張デバイスのファームウェアは、前記ホストシステムが前記拡張デバイスに接続されていることを検出するように構成される、請求項13に記載のデバイス。

【請求項15】

前記ファームウェアは、前記ホストシステムの初期化中にバス列挙プロセスにตอบสนองするように構成されるとともに、前記少なくとも1つの処理モジュールが前記ホストシステムに対するクライアントデバイスとして表示されるように前記少なくとも1つの処理モジュールの1つ以上の制御レジスタを構成するように構成される請求項14に記載のデバイス

10

20

30

40

50

。

【請求項 16】

前記拡張デバイスの初期化中に、前記拡張デバイスのファームウェアは、前記ホストシステムが前記拡張デバイスに接続されていないことを検出するように構成され、

前記ファームウェアは、前記検出にตอบสนองして、前記処理モジュールのうちの第1の処理モジュールを前記拡張デバイス内のホストノードとして構成するとともに、前記処理モジュールのうちの残りの処理モジュールを前記第1の処理モジュールのクライアントノードとして構成する請求項13に記載のデバイス。

【請求項 17】

前記拡張デバイスはスタンドアロンシステムとして構成され、

前記第1の処理モジュールは、タスクを前記残りの処理モジュールによって実行するために前記残りの処理モジュールに割り当てるように構成される、請求項16に記載のデバイス。

【請求項 18】

前記複数の処理モジュールは、ホストノードとして構成される第1の処理モジュールと、前記ホストシステムに対するクライアントノードとして構成され、1つ又は複数の処理モジュールからなる第1組の処理モジュールと、前記第1の処理モジュールに対するクライアントノードとして構成され、1つ又は複数の処理モジュールからなる第2組の処理モジュールとを備える、請求項13に記載のデバイス。

【請求項 19】

前記ホストシステム及び前記第1組の処理モジュールは、第1の処理システムとして動作し、

前記第1の処理モジュール及び前記第2組の処理モジュールは、前記第1の処理システムと並行する第2の処理システムとして動作する、請求項18に記載のデバイス。

【請求項 20】

前記第1の処理モジュールはさらに、前記ホストシステムに対する第1のクライアントノードとして構成され、

前記スイッチデバイスを介して前記ホストシステムから受信されたリクエストに応じて、前記第1の処理モジュールは、第1の操作を実行し、前記スイッチデバイスを介して前記第1の操作の結果を第2の処理モジュールに送信し、前記第2の処理モジュールは第2の操作を実行する、請求項18に記載のデバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示の実施形態は、主にデータ処理システムに関する。より具体的には、本開示の実施形態は自動運転車両のための柔軟なホスト及びクライアント構成を備える計算及びストレージ拡張デバイスに関する。

【背景技術】

【0002】

自動運転モードで走行する（例えば、ドライバーレス）車両は、乗員、特に運転手をいくつかの運転に関する責務から解放させることができる。車両は、自動運転モードで走行する時に、車載センサを利用して様々な位置までナビゲートすることができるので、ヒューマンマシンインタラクションが最も少ない場合、又は乗員がいない場合などに車両を運転することが可能となる。

【0003】

自動運転の開発には、システム内の拡張可能で動的に構成可能なハードウェアコンピューティング及びストレージリソースが必要である。さらに、さまざまな機能とパフォーマンスの目標とアーキテクチャを対象とする場合、ホストとクライアントの構成とデータフローが異なる場合がある。従来の方法は、メインシステムに接続し、計算デバイスやストレージデバイスを追加した拡張デバイスを構築することである。このような方法は通常、

10

20

30

40

50

メインシステムをホストに指定し、拡張デバイスはすべてクライアントであるか、異なる要件を満たすシステムを構築するために複数の異なるハードウェアデバイスを必要とする。

【発明の概要】

【0004】

本願の一態様によれば、自動運転で利用されるデータ処理システムであって、前記システムは、1つ又は複数のホストプロセッサと、命令を格納するメモリとを備えるホストシステムであって、前記命令は前記ホストプロセッサによって実行されると、自動運転車両（ADV）を運転するための自動運転操作を前記ホストプロセッサに実行させるホストシステムと、前記ホストシステムから前記自動運転操作の少なくとも一部をオフロードするためにバスを介して前記ホストシステムに接続される拡張デバイスとを備え、前記拡張デバイスは、スイッチデバイスと、前記スイッチデバイスに接続される複数の処理モジュールであって、前記処理モジュールのそれぞれは、前記ホストシステムからオフロードされた前記自動運転操作の少なくとも1つを実行するように構成され、前記処理モジュールの少なくとも1つは、前記拡張デバイス内の別のクライアントノードにタスクを割り当てるために、前記ホストシステム又はホスト処理ノードから受信された命令に応じて動作を実行するクライアント処理ノードとして構成されることができ複数の処理モジュールと、を備えるデータ処理システムを提供する。

10

【0005】

本願の他の態様によれば、自動運転で使用される拡張デバイスであって、前記デバイスは、ホストシステムに接続されるホストインターフェースであって、前記ホストシステムは、1つ又は複数のホストプロセッサと、命令を格納するメモリとを備え、前記命令は前記ホストプロセッサによって実行されると、自動運転車両（ADV）を運転するための自動運転操作を前記ホストプロセッサに実行させるホストインターフェースと、前記ホストインターフェースに接続されるスイッチデバイスと、前記スイッチデバイスに接続される複数の処理モジュールであって、前記処理モジュールのそれぞれは、前記ホストシステムからオフロードされた自動運転操作の少なくとも1つを実行するように構成され、前記処理モジュールの少なくとも1つは、前記拡張デバイス内の別のクライアントノードにタスクを割り当てるために、前記ホストシステム又はホスト処理ノードから受信された命令に応じて動作を実行するクライアント処理ノードとして構成されることができ複数の処理モジュールと、を備える自動運転で使用される拡張デバイスを提供する。

20

30

【図面の簡単な説明】

【0006】

本開示の実施形態は、図面の各図において限定的ではなく例示的な形態で示され、図面における同様の符号が同様の素子を示す。

【0007】

【図1】一実施形態に係るネットワーク化システムを示すブロック図である。

【0008】

【図2】一実施形態に係る自動運転車両の一例を示すブロック図である。

【0009】

【図3A】一実施形態に係る自動運転車両と共に使用される感知・計画システムの一例を示すブロック図である。

40

【図3B】一実施形態に係る自動運転車両と共に使用される感知・計画システムの一例を示すブロック図である。

【0010】

【図4】一実施形態に係るデータ処理システムの一例を示すブロック図である。

【0011】

【図5A】一実施形態に係るデータ処理システムの一例を示すブロック図である。

【0012】

【図5B】一実施形態に係る、ホストシステムと拡張デバイスとの間でデータを処理する

50

プロセスを示す処理図である。

【0013】

【図6】一実施形態に係るデータ処理システムの一例を示すブロック図である。

【0014】

【図7A】一実施形態に係るデータ処理システムの一例を示すブロック図である。

【図7B】一実施形態に係るデータ処理システムの一例を示すブロック図である。

【0015】

【図8】一実施形態に係る、ホストシステムと拡張デバイスとの間でデータを処理するプロセスを示す処理図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0016】

以下に説明される詳細を参照しながら本開示の様々な実施形態及び態様を説明し、添付図面には上記の各実施形態が示される。以下の説明及び図面は、本開示を説明するためのものであり、本開示を限定するものではないことを理解されたい。本開示の様々な実施形態を完全に把握するために、多数の特定の詳細を説明する。なお、本開示の実施形態を簡潔的に説明するように、周知又は従来技術の詳細について説明していない場合もある。

【0017】

本明細書において、「一実施形態」又は「実施形態」とは、当該実施形態に基づいて説明された特定の特徵、構造又は特性が本開示の少なくとも一つの実施形態に含まれてもよいと意味する。「一実施形態では」という表現は、本明細書の全体において全てが同一の実施形態を指すとは限らない。

20

【0018】

いくつかの実施形態によれば、例えば、自動運転システムの一部としての計算及びストレージ拡張デバイスにより、柔軟なホスト及びクライアント構成がクライアントデバイス、ホストデバイス、又はその両方として機能することが可能となる。このような拡張デバイスは、メインシステムに対するクライアントデバイスの補足として機能するか、又はホストデバイスとクライアントデバイスの両方を含むフルシステムとして機能することができ、かつ、別のフルシステムとはホスト間通信を実行できる。このような変更はファームウェアの更新のみを必要とするが、同じハードウェア実装で機能し、即ちハードウェアを変更する必要がない。すべての計算及びストレージモジュールは、P C I e やイーサネット（登録商標）プロトコルなどのさまざまな入出力（I O）バスプロトコルを介してスイッチデバイスに接続される。そのようなスイッチデバイスは、計算モジュールとストレージモジュールとの間の通信だけでなく、拡張モジュールの外部のメインシステム又はホストシステムとの通信も可能にする。

30

【0019】

本開示の一態様によれば、自動運転車両（A D V）で使用可能なデータ処理システムには、ホストシステムと、バスを介してホストシステムに接続された1つ又は複数の拡張デバイスが備えられる。ホストシステムは、A D Vの感知・計画システムの一部である場合がある。ホストシステムは、1つ又は複数のプロセッサと、命令を格納するメモリとを備えていてもよく、前記命令は実行されると、A D Vを運転するための自動運転操作をプロセッサに実行させる。各拡張デバイスには、スイッチデバイスと、スイッチデバイスに接続される1つ又は複数の処理モジュールが備えられる。各処理モジュールは、ホストシステムからオフロードされる自動運転操作の少なくとも1つを実行するように構成できる。処理モジュールの少なくとも1つは、ホストシステムから受信した命令に応じて動作を実行するクライアントノードとして構成できる。あるいは、拡張デバイス内の別のクライアントノードにタスクを配布するホストノードとして構成できる。

40

【0020】

一実施形態では、拡張デバイスの初期化中に、拡張デバイスのファームウェアは、ホストシステムが拡張デバイスに接続されていることをスキャン及び検出するように構成される。そのような検出に応じて、ファームウェアは、拡張デバイスの処理モジュールの少な

50

くとも1つをホストシステムのクライアントデバイスとして構成する。そのような状況では、ホストシステムは、自動運転操作（例えば、感知、予測、決定、及び/又は計画プロセス）の少なくとも1つをクライアントデバイスとして構成された処理モジュールにオフロードできる。処理モジュールをホストシステムのクライアントデバイスとして構成する際、ファームウェアは、ホストシステムから（例えば、PCI構成レジスタで適切なバス番号とデバイス番号を割り当てることにより）開始されたバス列挙プロセスに 응답し、それによって処理モジュールは、ホストシステムに対するクライアントデバイスとして見られる。

【0021】

ホストシステムが検出されていない場合、一実施形態によれば、拡張デバイスのファームウェアは、少なくとも1つの処理モジュールを選択してホストノード又はホスト処理モジュールとして構成し、残りの処理モジュールはホストノードに対するクライアントデバイスとして構成される。このような状況では、拡張デバイスは外部ホストシステムに対してスタンドアロンシステム又はピアシステムとして動作する。別の実施形態によれば、処理モジュールの第1の部分は、拡張デバイスの外部にあるホストシステムのクライアントノードとして構成される。処理モジュールの第2の部分は、少なくとも1つのホストノードと、1つ又は複数のクライアントノードを備える個別のシステムとして構成される。外部ホストシステム（拡張デバイスの処理モジュールの第1の部分とともに）及び拡張デバイスの処理モジュールの第2の部分は、ピアデータ処理システムとして動作する。

【0022】

別の実施形態によれば、拡張の処理モジュールは、外部ホストシステムのクライアントノードとして構成することができ、拡張デバイス内の別の処理モジュールに対するホストノードとしても構成される。ホストシステムから受信されたデータに応じて、処理モジュールは、ホストシステムのクライアントノードとして、データのデータ処理操作（例えば、圧縮、暗号化、データマイニングなど）を実行する。その後、ホストノードとして動作する処理モジュールは、バスプロトコルを使用したスイッチデバイス経由のルーティング、又はピアツーピアトランザクション（例：ダイレクトメモリアクセス又はDMAトランザクション）により、処理されたデータを拡張デバイスの別の処理モジュール（例えば、ストレージモジュールなど）に配信し、データに対して別のアクションを実行する（例えば、データを拡張デバイスのストレージデバイスに格納するなど）。

【0023】

本開示の別の態様によれば、外部ホストシステムからデータ処理操作をオフロードするために使用できる拡張デバイスは、外部ホストシステムに接続可能なホストインターフェースと、スイッチデバイスと、スイッチデバイスに接続された1つ又は複数の処理モジュールとを備える。ホストシステムは、ADVを自動運転するための感知・計画システムであってもよい。ホストシステムは、1つ又は複数のホストプロセッサと、命令を格納するメモリとを備えていてもよく、前記命令はホストプロセッサによって実行されると、自動運転操作をプロセッサに実行させる。処理モジュールの少なくとも1つは、ホストシステムからオフロードされる自動運転操作の少なくとも1つを実行するクライアントデバイスとして構成できる。クライアントデバイスとして構成された他の処理モジュールにタスクを割り当てるために、処理モジュールの少なくとも1つはホストデバイスとして構成されてもよい。拡張デバイスは、上記の特徴又は構成要素をさらに備えていてもよい。

【0024】

図1は、本開示の一実施形態に係る自動運転車両のネットワーク構成を示すブロック図である。図1に示すように、ネットワーク構成100には、ネットワーク102を介して1つ又は複数のサーバ103～104に通信可能に接続される自動運転車両101が備えられる。一台の自動運転車両のみが示されたが、複数の自動運転車両がネットワーク102を介して互いに接続され、及び/又はサーバ103～104に接続されてもよい。ネットワーク102は、任意のタイプのネットワークであってもよく、例えば、有線又は無線のローカルエリアネットワーク（LAN）、インターネットなどのワイドエリアネットワ

10

20

30

40

50

ーク(WAN)、セルラーネットワーク、衛星ネットワーク、又はそれらの組み合わせが挙げられる。サーバ103~104は、任意のタイプのサーバ又はサーバクラスタであってもよく、例えば、ネットワーク又はクラウドサーバ、アプリケーションサーバ、バックエンドサーバ、又はそれらの組み合わせが挙げられる。サーバ103~104は、データ解析サーバ、コンテンツサーバ、交通情報サーバ、地図・ポイントオブインタレスト(MPOI)サーバ又は位置サーバなどであってもよい。

【0025】

自動運転車両とは、運転手からの入力非常に少ない又はない場合に車両をナビゲートして環境を通過させる自動運転モードに構成可能な車両である。このような自動運転車両は、車両の走行環境に関連する情報を検出するように構成された1つ又は複数のセンサを有するセンサシステムを備えていてもよい。前記車両及びその関連コントローラは、検出された情報を使用して前記環境を通過するようにナビゲートする。自動運転車両101は、手動モード、完全自動運転モード、又は部分自動運転モードで走行することができる。

10

【0026】

一実施形態において、自動運転車両101は、感知・計画システム110、車両制御システム111、無線通信システム112、ユーザインターフェースシステム113及びセンサシステム115を含むが、それらに限定されない。自動運転車両101には、一般車両に備えられているいくつかの一般的な構成要素、例えばエンジン、車輪、ステアリングホイール、変速機などが更に備えられてもよい。前記構成要素は、車両制御システム111及び/又は感知・計画システム110により複数種の通信信号及び/又はコマンドを使用して制御可能である。これらの複数種の通信信号及び/又はコマンドは、例えば、加速信号又はコマンド、減速信号又はコマンド、ステアリング信号又はコマンド、ブレーキ信号又はコマンドなどが挙げられる。

20

【0027】

構成要素110~115は、インターコネクタ、バス、ネットワーク又はこれらの組み合わせを介して互いに通信可能に接続されることができる。例えば、構成要素110~115は、コントローラエリアネットワーク(CAN)バスを介して互いに通信可能に接続されることができる。CANバスは、ホストコンピュータなしのアプリケーションでマイクロコントローラ及びデバイスが相互に通信できるように設計された車両バス規格である。それは、もともと自動車内の多重電気配線のために設計されたメッセージに基づくプロトコルであるが、他の多くの環境にも用いられる。

30

【0028】

ここで図2を参照し、一実施形態では、センサシステム115は、1つ又は複数のカメラ211、全地球測位システム(GPS)ユニット212、慣性計測ユニット(IMU)213、レーダユニット214及び光検出・測距(LIDAR)ユニット215を含むが、それらに限定されない。GPSシステム212は、自動運転車両の位置に関する情報を提供するように動作可能な送受信機を含んでいてもよい。IMUユニット213は、慣性加速度に基づいて自動運転車両の位置及び配向の変化を感知することができる。レーダユニット214は、無線信号を利用して自動運転車両のローカル環境内のオブジェクトを感知するシステムを表すことができる。いくつかの実施形態では、オブジェクトを感知することに加えて、レーダユニット214は、更にオブジェクトの速度及び/又は進行方向を感知することができる。LIDARユニット215は、自動運転車両の所在環境内のオブジェクトをレーザで感知することができる。LIDARユニット215は、他のシステム構成要素のほかに、1つ又は複数のレーザ源、レーザスキャナ及び1つ又は複数の検出器を更に備えていてもよい。カメラ211は、自動運転車両の周囲環境の画像を取得するための1つ又は複数の装置を備えていてもよい。カメラ211は、スチルカメラ及び/又はビデオカメラであってもよい。カメラは、例えば、回転及び/又は傾斜のプラットフォームに取り付けられる機械的に移動可能なものであってもよい。

40

【0029】

センサシステム115は、ソナーセンサ、赤外線センサ、ステアリングセンサ、スロツ

50

トルセンサ、ブレーキセンサ及びオーディオセンサ（例えば、マイクロホン）などの他のセンサを更に含むことができる。オーディオセンサは、自動運転車両の周囲の環境から音声を取得するように構成されてもよい。ステアリングセンサは、ステアリングホイールの操舵角、車輪の回転角度又はそれらの組み合わせを感知するように構成されてもよい。スロットルセンサ及びブレーキセンサはそれぞれ車両のスロットル位置及びブレーキ位置を感知する。ある場合に、スロットルセンサ及びブレーキセンサは集積型スロットル/ブレーキセンサとして統合されてもよい。

【0030】

一実施形態では、車両制御システム111は、ステアリングユニット201、スロットルユニット202（加速ユニットとも呼ばれる）及びブレーキユニット203を含むが、それらに限定されない。ステアリングユニット201は車両の方向又は進行方向を調整するために用いられる。スロットルユニット202はモータ又はエンジンの速度を制御するために用いられ、モータ又はエンジンの速度は更に車両の速度及び加速度を制御するために用いられる。ブレーキユニット203は、摩擦を与えることによって車両の車輪又はタイヤを減速させることで、車両を減速させる。なお、図2に示された構成要素は、ハードウェア、ソフトウェア又はそれらの組み合わせで実現されてもよい。

10

【0031】

図1を再び参照して、無線通信システム112は、自動運転車両101と、デバイス、センサ、他の車両などのような外部システムとの通信を可能にする。例えば、無線通信システム112は、直接又は通信ネットワークを介して、1つ又は複数のデバイスと無線通信することができる。例えば、ネットワーク102を介してサーバ103~104と通信することができる。無線通信システム112は、如何なるセルラー通信ネットワーク又は無線ローカルエリアネットワーク（WLAN）、例えばWiFi（登録商標）を使用して他の構成要素又はシステムと通信することができる。無線通信システム112は、例えば赤外線リンク、ブルートゥース（登録商標）などを使用して、デバイス（例えば、乗員のモバイルデバイス、表示装置、車両101内のスピーカ）と直接通信することができる。ユーザインターフェースシステム113は、車両101内に実現された周辺装置の部分であってもよく、例えば、キーボード、タッチスクリーン表示装置、マイクロホン及びスピーカなどを含む。

20

【0032】

自動運転車両101の機能のうちの一部又は全部は、特に自動運転モードで動作する場合に、感知・計画システム110により制御されるか、又は管理されることができる。感知・計画システム110は、センサシステム115、制御システム111、無線通信システム112及び/又はユーザインターフェースシステム113から情報を受信し、受信された情報を処理し、出発地から目的地までのルート又は経路を計画した後に、計画及び制御情報に基づいて車両101を運転するために、必要なハードウェア（例えば、プロセッサ、メモリ、記憶デバイス）並びにソフトウェア（例えば、オペレーティングシステム、計画・ルーティングプログラム）を備える。あるいは、感知・計画システム110は車両制御システム111と一体に統合されてもよい。

30

【0033】

例えば、乗員であるユーザは、例えばユーザインターフェースを介して旅程の開始位置及び目的地を指定することができる。感知・計画システム110は旅程に関連するデータを取得する。例えば、感知・計画システム110は、MPOIサーバから位置及びルート情報を取得することができる。前記MPOIサーバは、サーバ103~104の一部であってもよい。位置サーバは位置サービスを提供し、MPOIサーバは地図サービス及び特定の位置のPOIを提供する。あるいは、このような位置及びMPOI情報は、感知・計画システム110の永続性記憶装置にローカルキャッシュされてもよい。

40

【0034】

自動運転車両101がルートに沿って移動している場合に、感知・計画システム110は交通情報システム又はサーバ（TIS）からリアルタイム交通情報を取得することもで

50

きる。なお、サーバ103～104は第三者機関によって操作可能である。あるいは、サーバ103～104の機能は、感知・計画システム110と一体に統合されてもよい。感知・計画システム110は、リアルタイム交通情報、MPOI情報及び位置情報、並びにセンサシステム115により検出又は感知されたリアルタイムローカル環境データ（例えば、障害物、オブジェクト、付近の車両）に基づいて、所定の目的地まで安全的且つ効率的に到達するために、最適なルートを計画し、且つ計画されたルートに従って例えば制御システム111によって車両101を運転することができる。

【0035】

サーバ103は、様々なクライアントに対してデータ解析サービスを実行するデータ解析システムであってもよい。一実施形態において、データ解析システム103は、データコレクタ121と、機械学習エンジン122とを備える。データコレクタ121は、様々な車両（自動運転車両又は人間の運転手によって運転される一般車両）から運転統計データ123を収集する。運転統計データ123には、異なる時点で発行された運転コマンド（例えば、スロットルコマンド、ブレーキコマンド及びステアリングコマンド）と、車両のセンサにより捕獲された車両の応答（例えば、速度、加速、減速、方向）とを示す情報が含まれる。運転統計データ123には更に、異なる時点における運転環境を記述する情報、例えば、ルート（開始位置及び目的地位置を含む）、MPOI、道路状況、天気状況などが含まれてもよい。

【0036】

機械学習エンジン122は、運転統計データ123に基づいて、さまざまな目的のためにルール、アルゴリズム及び/又は予測モデル124のセットを生成するか又は訓練する。一実施形態では、アルゴリズム124は、ADVを運転するための感知・計画アルゴリズムを含み得る。その後、アルゴリズム124を自動運転中にリアルタイムで利用するためにADVにアップロードすることができる。

【0037】

図3A及び図3Bは、一実施形態に係る自動運転車両と共に使用される感知・計画システムの一例を示すブロック図である。システム300は、図1の自動運転車両101の一部として実現されてもよく、感知・計画システム110、制御システム111及びセンサシステム115を含むが、それらに限定されない。図3A～図3Bに示すように、感知・計画システム110は、測位モジュール301、感知モジュール302、予測モジュール303、決定モジュール304、計画モジュール305、制御モジュール306及びルーティングモジュール307を含むが、それらに限定されない。

【0038】

モジュール301～307のうちの一部又は全部は、ソフトウェア、ハードウェア又はそれらの組み合わせで実現されていてもよい。例えば、これらのモジュールは、持続性記憶装置352にインストールされ、メモリ351にロードされ、且つ1つ又は複数のプロセッサ（図示せず）により実行されてもよい。なお、これらのモジュールのうちの一部又は全部は、図2の車両制御システム111の一部又は全部のモジュールに通信可能に接続されるか、又はそれらと一体に統合されてもよい。モジュール301～307のうちの一部は、集積モジュールとして一体に統合されてもよい。例えば、予測モジュール303、決定モジュール304、計画モジュール305、及び/又は制御モジュール306は、より少ないモジュール又は単一のモジュールに統合されてもよい。

【0039】

測位モジュール301は、（例えば、GPSユニット212により）、自動運転車両300の現在位置を確定し、ユーザの旅程又はルートに関連する如何なるデータを管理する。測位モジュール301（地図・ルートモジュールとも呼ばれる）は、ユーザの旅程又はルートに関連する如何なるデータを管理する。ユーザは、例えばユーザインターフェースを介してログインして、旅程の開始位置及び目的地を指定することができる。測位モジュール301は、自動運転車両300における地図・ルート情報311のような他の構成要素と通信して旅程に関するデータを取得する。例えば、測位モジュール301は位置サー

10

20

30

40

50

バと地図・ポイントオブインタレスト（MPOI）サーバから位置及びルート情報を取得することができる。位置サーバは位置サービスを提供し、MPOIサーバは地図サービスと特定位置のPOIを提供することにより、地図・ルート情報311の一部としてキャッシュされることができる。自動運転車両300がルートに沿って移動する際に、測位モジュール301は交通情報システム又はサーバからリアルタイム交通情報を取得することもできる。

【0040】

感知モジュール302は、センサシステム115により提供されたセンサデータと、測位モジュール301により取得された測位情報とに基づいて、周囲環境への感知を確定する。感知情報は、一般運転手が運転手により運転されている車両の周囲における感知すべきものを示すことができる。感知とは、例えばオブジェクトの形式で、車線構成、信号機信号、他の車両の相対位置、歩行者、建築物、横断歩道又は他の交通関連標識（例えば、止まれ標識、ゆずれ標識）などを含むことができる。車線構成は、例えば、車線の形状（例えば、直線又は湾曲）、車線の幅、道路内の車線数、一方向車線又は二方向車線、合流車線又は分流車線、退出車線など、1本又は複数の車線を記述する情報を含む。

10

【0041】

感知モジュール302は、1つ又は複数のカメラによって取り込まれた画像を処理及び解析して、自動運転車両の環境内のオブジェクト及びノ又は特徴を認識するためのコンピュータビジョンシステム又はコンピュータビジョンシステムの機能を含むことができる。前記オブジェクトは、交通信号、道路境界、他の車両、歩行者及びノ又は障害物などを含んでいてもよい。コンピュータビジョンシステムは、オブジェクト認識アルゴリズム、ビデオトラッキング及び他のコンピュータビジョン技術を使用することができる。いくつかの実施形態では、コンピュータビジョンシステムは、環境地図の描画、オブジェクトの追跡、及びオブジェクトの速度の推定などができる。感知モジュール302は、レーダ及びノ又はLIDARのような他のセンサにより提供される他のセンサデータに基づいてオブジェクトを検出することもできる。

20

【0042】

各オブジェクトについて、予測モジュール303は、前記状況における前記オブジェクトの挙動を予測する。前記予測は、特定の時点で感知された運転環境の感知データに基づいて地図・ルート情報311と交通ルール312のセットを考慮した上で実行される。例えば、オブジェクトが反対方向に沿った車両で、且つ現在の運転環境に交差点が含まれている場合に、予測モジュール303は当該車両が直進するか又は曲がるかを予測する。感知データによって交差点に信号機がないことが示された場合、予測モジュール303は、交差点に入る前に当該車両が完全に停止する必要があると予測する可能性がある。当該車両が現在左折専用車線又は右折専用車線にあると感知データにより示された場合に、予測モジュール303は、当該車両がそれぞれ左折又は右折する可能性が高いと予測可能である。

30

【0043】

オブジェクトごとに対して、決定モジュール304はオブジェクトをどのように処置するかを決定する。例えば、特定のオブジェクト（例えば、交差点における他の車両）及びオブジェクトを記述するメタデータ（例えば、速度、方向、曲がり角（turning angle））について、決定モジュール304は前記オブジェクトと会うときに如何に対応するか（例えば、追い越し、道譲り、停止、追い抜き）を決定する。決定モジュール304は、交通ルール又は運転ルール312のような、永続性記憶装置352に格納可能なルールセットに基づいて、このような決定を下すことができる。

40

【0044】

ルーティングモジュール307は、出発地から目的地までの1つ又は複数のルート又は経路を提供するように構成される。例えばユーザから受信した開始位置から目的地位置までの所定の旅程について、ルーティングモジュール307は、地図・ルート情報311を取得し、開始位置から目的地位置までの全ての走行可能なルート又は経路を確定する。ル

50

ーティングモジュール307は、開始位置から目的地位置が確定されたルートそれぞれのそれぞれについて、基準線を地形図の形で生成することができる。基準線とは、他の車両、障害物又は交通状況などからの他の干渉を受けていない理想的なルート又は経路をいう。つまり、道路に他の車両、歩行者又は障害物がない場合、ADVは基準線に精確的に又は密接的に従うべきである。そして、地形図を決定モジュール304及び/又は計画モジュール305に提供することができる。決定モジュール304及び/又は計画モジュール305は、他のモジュールにより提供された他のデータ(例えば測位モジュール301からの交通状況、感知モジュール302により感知された運転環境及び予測モジュール303により予測された交通状況)に応じて、全ての走行可能なルートを調べて最適ルートの一つを選択及び補正する。ある時点における特定の運転環境に応じて、ADVを制御するための実際の経路又はルートは、ルーティングモジュール307によって提供された基準線に近い

10

【0045】

感知されたオブジェクトのそれぞれに対する決定に基づいて、計画モジュール305は、ルーティングモジュール307によって提供された基準線をベースとし、自動運転車両に対して経路又はルート並びに運転パラメータ(例えば、距離、速度及び/又は操舵角)を計画する。特定のオブジェクトについて、決定モジュール304は当該オブジェクトに対して何をするかを決定し、計画モジュール305はどのようにするかを決定する。例えば、所定のオブジェクトについて、決定モジュール304は、前記オブジェクトを追い抜くかを決定することができ、計画モジュール305は前記オブジェクトを左側から追い抜くか又は右側から追い抜くかを判定することができる。計画及び制御データは、計画モジュール305により生成され、車両300が次の移動周期(例えば、次のルート/経路区間)にはどのように移動するかを記述する情報を含む。例えば、計画及び制御データは、車両300が30マイル/時間(mph)の速度で10メートル移動し、その後25mphの速度で右車線に変更するように指示することができる。

20

【0046】

制御モジュール306は、計画及び制御データに基づいて、計画及び制御データにより定義されたルート又は経路に応じて適当なコマンド若しくは信号を車両制御システム111に送信することにより自動運転車両を制御及び運転する。前記計画及び制御データは、経路又はルートに沿って異なる時点で適切な車両構成又は運転パラメータ(例えば、スロットル、ブレーキ、及びステアリングコマンド)を使用して、車両をルート又は経路の第1の点から第2の点まで運転するのに十分な情報を含む。

30

【0047】

一実施形態では、計画段階は、複数の計画周期(運転周期ともいう)で、例えば、100ミリ秒(ms)の時間間隔で実行される。計画周期又は運転周期ごとについて、計画及び制御データに基づいて1つ又は複数の制御コマンドを発する。すなわち、100msごとに、計画モジュール305は、次のルートセグメント又は経路区間(例えば、目標位置及びADVが該目標位置に到着するのに必要な時間を含む)を計画する。あるいは、計画モジュール305は、具体的な速度、方向、及び/又は操舵角などを更に指定することができる。一実施形態では、計画モジュール305は、次の所定期間(例えば、5秒)のルートセグメント又は経路区間を計画する。各計画周期について、計画モジュール305は前の周期において計画された目標位置に基づいて現在の周期(例えば、次の5秒)のための目標位置を計画する。次に、制御モジュール306は、現在の周期における計画及び制御データに基づいて1つ又は複数の制御コマンド(例えば、スロットル制御コマンド、ブレーキ制御コマンド、ステアリング制御コマンド)を生成する。

40

【0048】

なお、決定モジュール304及び計画モジュール305は、集積モジュールとして統合されてもよい。決定モジュール304/計画モジュール305は、自動運転車両の運転経路を決定するためのナビゲーションシステム又はナビゲーションシステムの機能を備えていてもよい。例えば、ナビゲーションシステムは、自動運転車両が最終的な目的地に通じ

50

る走行車線に基づく経路に沿って進行すると共に感知された障害物を実質的に回避するように、自動運転車両を経路に沿って移動させることを実現するための一連の速度及び進行方向を確定することができる。目的地は、ユーザインターフェースシステム113を經由して行われたユーザ入力によって設定されることができる。ナビゲーションシステムは、自動運転車両が走行していると同時に運転経路を動的に更新することができる。ナビゲーションシステムは、自動運転車両のための運転経路を決定するために、GPSシステム及び1つ又は複数の地図からのデータを統合することができる。

【0049】

図4は、一実施形態に係るデータ処理システムのアーキテクチャの一例を示すブロック図である。プロセス400は、図1の感知・計画システム110又は図3のシステム300を表すことができる。図4を参照すると、システム400は、1つ又は複数の拡張システム又は拡張デバイス402~403に接続されるホストシステム401を備える。拡張システム402~403のアーキテクチャは、同一又は類似のものとするすることができる。ホストシステム401は、クライアント又はサーバなどの任意の種類のコピュータとすることができる。ホストシステム401は、1つ又は複数のプロセッサと、実行可能な命令を格納するメモリとを備え、前記命令はプロセッサによって実行されると、図1~図3に関して上述したような自動運転操作の少なくとも一部をプロセッサに実行させる。例えば、ホストシステム401は、そこで実行される構成要素301~307をホストしてもよい。

【0050】

1つ又は複数の拡張システム402~403は、例えば、周辺構成要素インターフェースエクスプレス(PCIe)バスなどのバスを介してホストシステム401に接続されてもよい。一実施形態では、拡張システム(拡張デバイスとも呼ばれる)402~403のそれぞれは、自動運転操作の少なくとも一部をホストシステム401からモジュール301~307からオフロードするように構成することができる。例示の目的で、拡張デバイス402を詳細に説明する。ただし、同じ説明は、拡張デバイス403などの他の拡張デバイスにも適用できる。

【0051】

一実施形態では、拡張デバイスには、スイッチデバイス410と、スイッチデバイス410に接続される1つ又は複数の処理モジュール411~413が備えられる。処理モジュール411~413のそれぞれは、プロセッサ、メモリ、及び/又はローカルストレージを含むことができ、ホストシステム401又は拡張デバイス402内の別のホストノードに代わってデータ処理集中操作などの1組の専用操作を実行するために1つ又は複数の命令を実行できる。処理モジュールは、データを保存するためのストレージデバイスを備えるストレージモジュールであってもよい。プロセッサは、中央処理装置(CPU)、汎用処理装置(GPU)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、システムオンチップ(SoC)、デジタルシグナルプロセッサ(DSP)、マイクロコントローラ(例えば、ストレージコントローラ)、又は特定用途向け集積回路(ASIC)であってもよい。これらのモジュール又はプロセッサは、COM Express(CoMe)、PCIe、又はモバイルPCIeモジュール(MXM)フォームファクター(form factor)などのさまざまなフォームファクターで実装できる。これらのフォームファクターにより、ユーザは、カスタマイズされたデザイン又は商用オフザシェルフ(COTS: Commercial Off The Shelf)からのさまざまな製品を積み重ねて、拡張デバイスを構築できる。ストレージモジュールのストレージデバイスは、U.2又はM.2フォームファクターを有するソリッドステートデバイス(SSD)、マルチメディアカード(MMC)及びセキュアデジタル(SD)カード、ユニバーサルシリアルバス(USB)フラッシュドライブであってもよい。

【0052】

一実施形態では、上述のように、オフロード又は加速することができるデータ処理操作は、ADVの運転環境を感知する感知プロセス、感知された障害物の動きを予測する予測

10

20

30

40

50

プロセス（例えば、画像処理、L I D A R点群処理）、A D Vが何を行うべきかを決定する決定プロセス、A D Vを適切に運転するための軌跡を計画する計画プロセスを備えていてもよい。これらの操作はどれも、並列、直列、又はパイプライン方式で実行するために、1つ又は複数の処理モジュール411～413に割り当てられる。例えば、感知プロセスは第1の処理モジュールによって実行されることができ、結果は、図3Bに示すような予測プロセス、決定プロセス、及び/又は計画プロセスを実行するように構成された第2の処理モジュールにルーティングされることができる。上述のように、特定のニーズに応じて、処理モジュール411～413の少なくともいくつかは、クライアントノード、ホストノード、又はその両方として構成されてもよい。

【0053】

図5Aは、一実施形態に係るクライアントデバイスに構成された拡張デバイスを示すブロック図である。図5Aを参照すると、この例では、すべての処理モジュール411～415は、ホストシステム401に対するクライアントデバイスとして構成されている。そのような構成は、拡張デバイス402の初期化中に実行することができる。具体的には、ホストシステム401がP C I eバスなどのバスを介して拡張デバイス402に接続されている場合、拡張デバイス402のファームウェアは、ホストシステム401から開始されたバス列挙（bus enumeration）に回答する。次に、ファームウェアは、処理モジュール411 - 415をルートノード又はルートデバイスとして使用するホストシステム401に対するクライアントデバイス又はエンドポイントノードになるように構成し、それによって処理モジュール411 - 415は、後続のメモリ及びホストシステム401から開始されるI Oサイクルに回答できる。処理モジュール411 - 415がホストシステム401のクライアントデバイス（例えば、P C Iバスサイクル）として構成されると、ホストシステム401はタスク、特に計算集中タスクを処理モジュール411 - 415に割り当てることができる。ホストシステム401は、拡張デバイス402の特定のクライアント処理モジュールのバス番号とデバイス番号を指定することにより、タスクを割り当てることができる。それに応じて、スイッチデバイス410は、タスクをターゲット処理モジュールにルーティングする。その後、操作の結果をホストシステム401に送信できる。ホストシステム401は、例えば、ストレージモジュール414～415を介して、拡張デバイス402によって維持されるストレージデバイスを利用することもできる。

【0054】

図5Bは、一実施形態に係る、ホストシステムとクライアントデバイスとしての拡張デバイスとの間のトランザクションを示すフローチャートである。図5Bを参照すると、処理モジュール411は、ホストシステム401に対するクライアントデバイスとして構成されていると想定される。操作501において、ホストシステム401は、データを処理するためのリクエストをスイッチデバイス410に送信する。該リクエストには、処理されるデータ、処理方法に関する命令、及びターゲットデバイス識別子（I D）（この例では、クライアント処理モジュール411のバス/デバイス番号）が含まれてもよい。該リクエストに回答して、スイッチデバイス410は、操作502により該リクエストをターゲットの処理モジュール411にルーティングする。次に、ブロック503で、処理モジュール411は、命令に応じてデータに対して必要な操作を実行し、操作の結果を生成する。該結果は、単純に戻りステータス又は処理されたデータ（例えば、圧縮されたデータ、暗号化されたデータなど）であってもよい。操作504において、処理モジュール411は該結果をスイッチデバイス410に送り返し、スイッチデバイス410は同じ結果を操作505によりホストシステム401にルーティングする。

【0055】

一実施形態によれば、拡張デバイス402は、スタンドアロンシステムとして構成及び起動することもできる。例えば、拡張デバイス402は、ホストシステム401が拡張デバイス402に接続されていないと判断したことに応じて、スタンドアロンシステムとして起動することができる。このような構成では、処理モジュール411 - 415の少なく

10

20

30

40

50

とも1つは、ホストデバイス（例えば、ルートコンプレックス）として構成され、残りの処理モジュールはクライアントデバイス（例えば、エンドポイント）として構成される。拡張デバイス402がスタンドアロンシステムとして起動すると、例えば内部テスト操作など、拡張デバイスに関するさまざまな操作を実行できる。別の実施形態では、複数の処理モジュールをホストノードとして構成することができ、ホストノードのそれぞれが拡張デバイス402内の別個のスタンドアロンシステムを表す。

【0056】

別の実施形態によれば、図6に示すように、拡張デバイス402はハイブリッドモードで構成されることができ、ここで、処理モジュール411-415の第1の部分はホストシステム401に対するクライアントデバイスとして構成され、処理モジュール411-415の第2の部分は、スタンドアロンシステムとしてホストシステム401に対するピアシステムとして構成できる。図6を参照すると、この例では、処理モジュール413はホストノードとして構成されており、処理モジュール411-412及び414-415はクライアントデバイスとして構成されている。この例では、処理モジュール411及び414は、ホストシステム401に対するクライアントデバイスであり、システム601を形成する。処理モジュール412及び415は、ホストノードとしての処理モジュール413に対するクライアントデバイスであり、システム602を形成する。システム601及び602は、並行して又は独立して動作するピアシステムである。ホストノード413は、ホスト間接続により外部ホストシステム401と通信することができる。

【0057】

さらなる実施形態によれば、処理モジュールは、ホストノード及びクライアントノードとして構成され得る。例えば、処理モジュールは、外部ホストシステムのクライアントデバイスとして構成でき、同じ処理モジュールはクライアントノードとして構成された別の処理モジュールのホストノードとしても構成できる。

【0058】

図7Aは、一実施形態に係るデータ処理システムのシステム構成の一例を示すブロック図である。図7Aを参照すると、この例では、処理モジュール412は、クライアントノードとホストノードの両方として構成されている。一実施形態では、処理モジュール412は、外部ホストシステム401に対するクライアントノードとして構成される。また、処理モジュール412は、拡張デバイス402内の他のクライアントノードに関してホストノードとしても構成される。クライアントノードとして、処理モジュール412は、ホストシステム401から命令及びデータを受信し、命令に応じてデータに対してデータ処理操作を実行することができる。また、処理モジュール412は、処理モジュール415などのクライアントノードにタスクを割り当てることができる。例えば、ホストシステム401から受信されたデータは、ADVの運転統計データ（例えば、異なる時点で発行されたコマンドと車両の応答）をキャプチャする自動運転中にキャプチャ及び記録されたデータログのデータであってもよい。データは、処理モジュール412によって（ホストシステム401に対するクライアントノードとして）処理され、例えば、データ圧縮及び/又は暗号化が挙げられる。次いで、データをストレージデバイスに格納するために、処理されたデータを処理モジュール412（ホストノードとして）からストレージモジュールとしての処理モジュール415（クライアントノードとして）に送信する。

【0059】

図7Bは、図7Aに示されるシステムの特定の構成の一例を示している。図7Bを参照すると、一実施形態では、処理モジュール412は、スイッチデバイス410に接続されたエンドポイントポート701及びルートポート702を備える。ホストシステム401が拡張デバイス402内のクライアントデバイス、すなわち処理モジュール412にデータを送信するとき、処理モジュール412は、そのエンドポイントポート701から経路711を介してデータを受信する。次いで、処理モジュール412は、データ圧縮又はデータ暗号化などのデータ処理を行うことができる。次に、処理モジュール412は、処理されたデータを、経路712を介してそのルートポート702からそのクライアントノード

10

20

30

40

50

ド、すなわち処理ノード415に転送し、対応するアップリンクをスイッチデバイス410に転送する。次に、スイッチデバイス410は、処理されたデータを経路713を介して処理モジュール415にルーティングする。あるいは、代替実施形態によれば、処理モジュール412は、処理されたデータをピアツーピアDMAトランザクションなどのピアツーピア接続により処理モジュール415に送信してもよい。

【0060】

図8は、一実施形態に係る、ホストシステムと拡張デバイスとの間でデータをルーティングするプロセスを示すフローチャートである。図8を参照すると、操作801において、ホストシステム401は、拡張デバイス402のスイッチデバイス410に命令及びデータを転送する。スイッチデバイス410は、操作802を介して、ホスト/クライアントノードとして構成される処理モジュール412にデータを再ルーティングする。操作803において、処理モジュール412は、データに対してデータ圧縮又は暗号化などのデータ処理操作を実行する。操作804において、処理モジュール412は、処理された処理されたデータをスイッチデバイス410に転送し、スイッチデバイス410は、操作805により処理済みデータを処理モジュール415に再ルーティングし、ここでは、処理モジュール415は処理モジュール412に対するクライアントデバイスとして構成されている。操作806において、処理モジュール415は、データに対して別のデータ処理操作を実行する（例えば、データを永続性記憶装置に格納する）。

【0061】

なお、以上に例示及び説明された構成要素の一部又は全ては、ソフトウェア、ハードウェア、又はそれらの組み合わせで実現されることができる。例えば、このような構成要素は、永続性記憶装置にインストールされるとともに格納されるソフトウェアとして実現されてもよく、前記ソフトウェアは、本開示にわたって記載されたプロセス又は動作を実施するように、プロセッサ（図示せず）によってメモリにロードして実行されてもよい。あるいは、このような構成要素は、集積回路（例えば、特定用途向け集積回路又はASIC）、デジタルシグナルプロセッサ（DSP）、又はフィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）のような専用ハードウェアにプログラミングされたか又は埋め込まれた実行可能なコードとして実現されてもよく、前記実行可能なコードはアプリケーションからの対応するドライバー及び/又はオペレーティングシステムを介してアクセスすることができる。更に、このような構成要素は、ソフトウェア構成要素が1つ又は複数の特定の命令によってアクセス可能な命令セットの一部として、プロセッサ又はプロセッサコアにおける特定のハードウェアロジックとして実現されることができる。

【0062】

上述した具体的な説明の一部は、既に、コンピュータメモリにおけるデータビットに対する演算のアルゴリズムと記号表現により示された。これらのアルゴリズムの説明及び表現は、データ処理分野における当業者によって使用される、それらの作業実質を所属分野の他の当業者に最も効果的に伝達する方法である。本明細書では、一般的に、アルゴリズムは、所望の結果につながるセルフコンシステントシーケンスと考えられる。これらの操作は、物理量の物理的処置が必要とされるものである。

【0063】

しかしながら、念頭に置くべきなのは、これらの用語及び類似の用語の全ては、適切な物理量に関連付けられるものであり、これらの量を標識しやすくするためのものに過ぎない。以上の説明で他に明示的に記載されていない限り、本明細書の全体にわたって理解すべきなのは、用語（例えば、添付された特許請求の範囲に記載のもの）による説明とは、コンピュータシステム、又は類似の電子式計算装置の動作及び処理を指し、前記コンピュータシステム又は電子式計算装置は、コンピュータシステムのレジスタ及びメモリにおける物理（電子）量として示されたデータを制御するとともに、前記データをコンピュータシステムメモリ又はレジスタ又はこのようなその他の情報記憶装置、伝送又は表示装置において同様に物理量として示された別のデータに変換する。

【0064】

本開示の実施形態は、本明細書の動作を実行するための装置にも関する。このようなコンピュータプログラムは、非一時的コンピュータ可読媒体に格納される。機械可読媒体は、機械（例えば、コンピュータ）により読み取り可能な形式で情報を格納するための任意のメカニズムを含む。例えば、機械可読（例えば、コンピュータ可読）媒体は、機械（例えば、コンピュータ）可読記憶媒体（例えば、読み出し専用メモリ（「ROM」）、ランダムアクセスメモリ（「RAM」）、磁気ディスク記憶媒体、光学記憶媒体、フラッシュメモリデバイス）を含む。

【0065】

上述した図面において説明されたプロセス又は方法は、ハードウェア（例えば、回路、専用ロジックなど）、ソフトウェア（例えば、非一時的コンピュータ可読媒体に具現化されるもの）、又は両方の組み合わせを含む処理ロジックにより実行されることができ、前記プロセス又は方法は、以上で特定の順序に応じて説明されたが、前記動作の一部が異なる順序で実行されてもよいことを理解されたい。また、一部の動作は、順番ではなく並行して実行されてもよい。

10

【0066】

本開示の実施形態は、いずれの特定のプログラミング言語を参照することなく記載されている。理解すべきなのは、本明細書に記載の本開示の実施形態の教示を実現するために、様々なプログラミング言語を使用することができる。

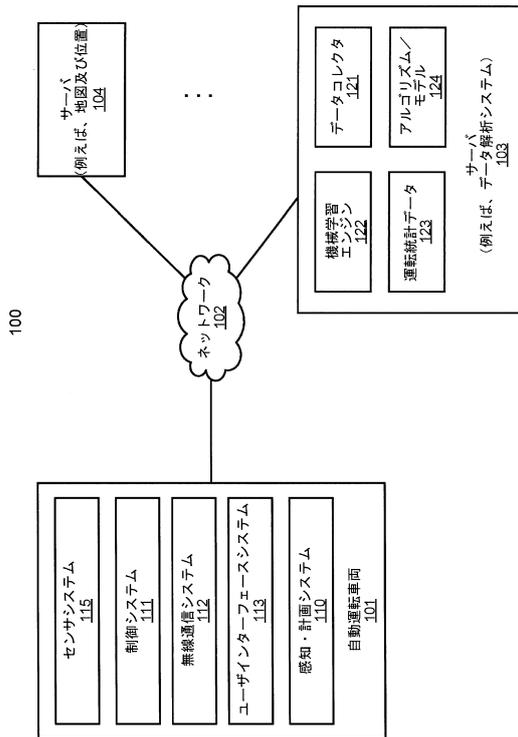
【0067】

前記明細書において、本開示の実施形態は、既にその具体的な例示的な実施形態を参照しながら記載された。明らかなように、添付された特許請求の範囲に記載された本開示のより広い趣旨及び範囲を逸脱しない限り、本開示に対して様々な変更を行うことができる。それゆえに、本明細書及び図面は、限定的な意味でなく、例示的な意味で理解されるべきである。

20

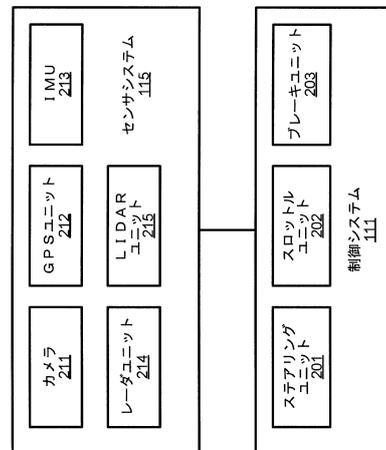
【図1】

図1



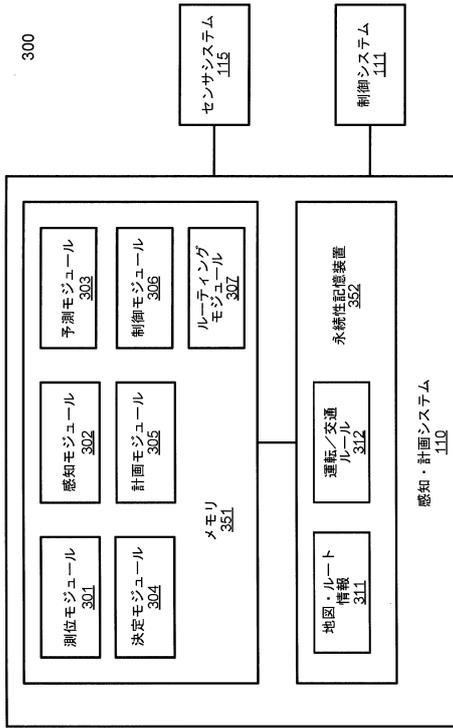
【図2】

図2



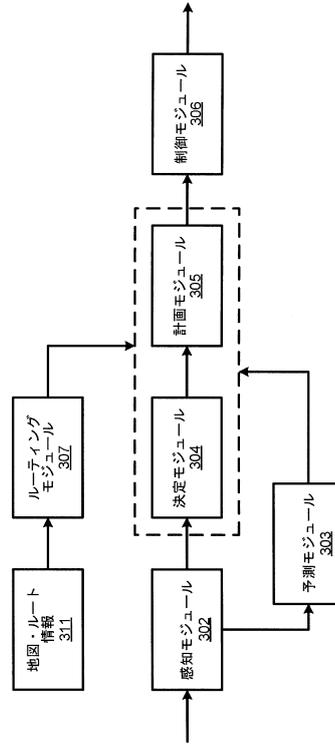
【図 3 A】

図 3 A



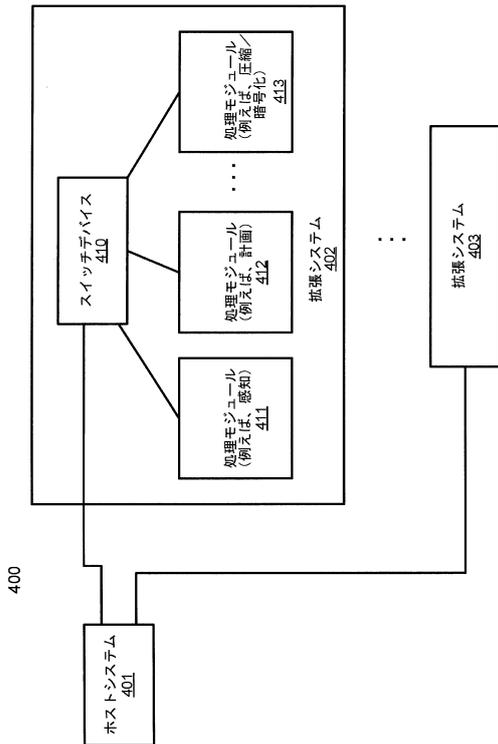
【図 3 B】

図 3 B



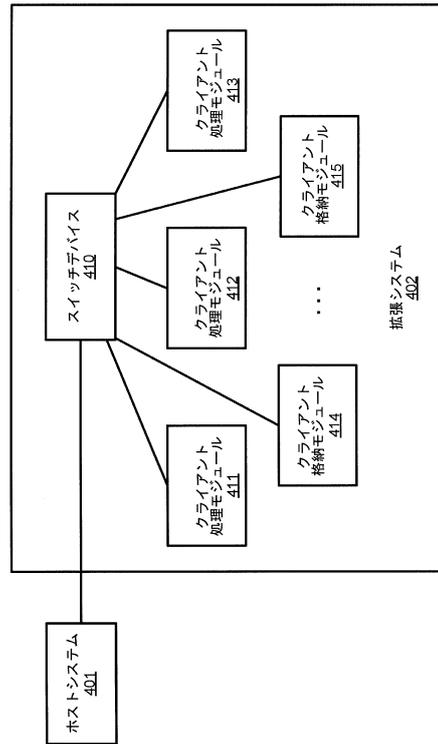
【図 4】

図 4



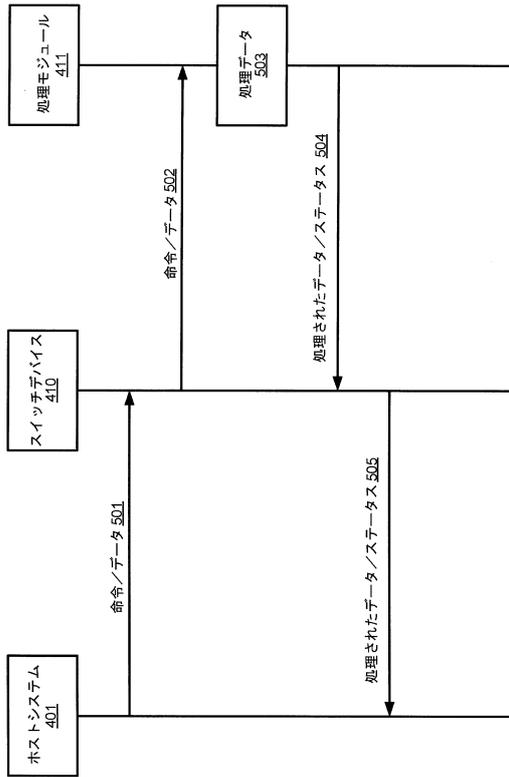
【図 5 A】

図 5 A



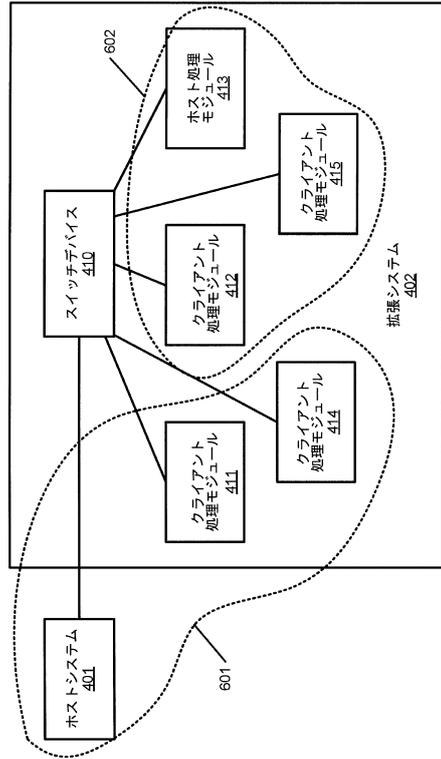
【 図 5 B 】

図 5 B



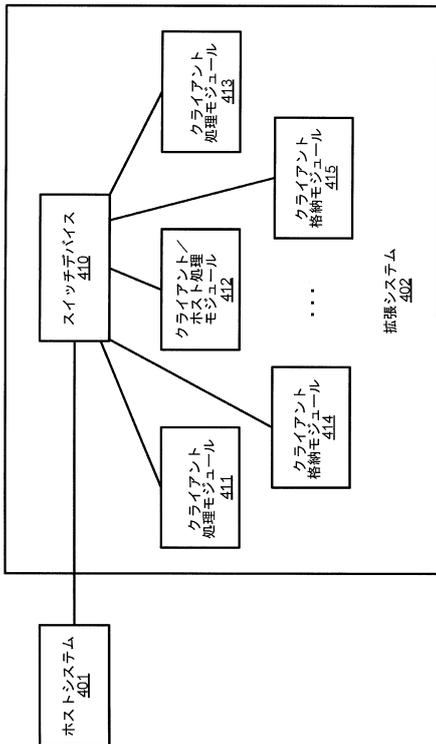
【 図 6 】

図 6



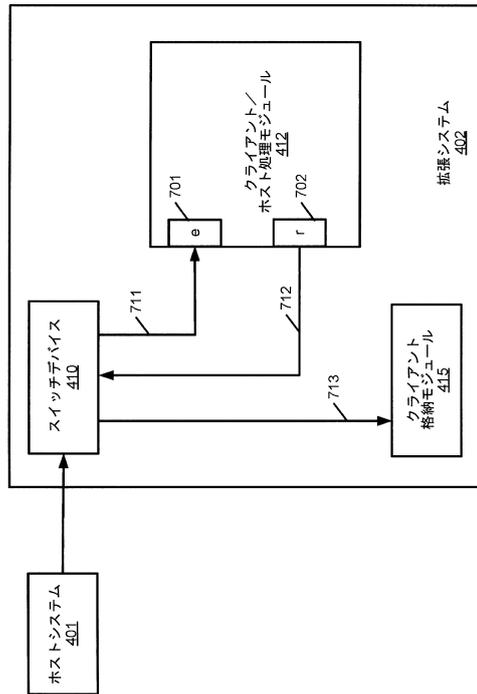
【 図 7 A 】

図 7 A



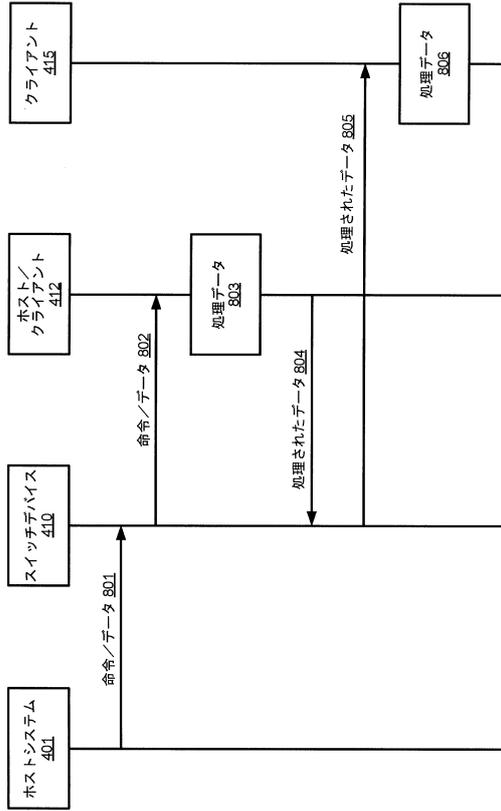
【 図 7 B 】

図 7 B



【 図 8 】

図 8



フロントページの続き

- (72)発明者 リー ジー
アメリカ合衆国 94089 カリフォルニア サニーベール ボルドー ドライブ 1195
- (72)発明者 チャン マンジャン
アメリカ合衆国 94089 カリフォルニア サニーベール ボルドー ドライブ 1195
- (72)発明者 チャン ラン
アメリカ合衆国 94089 カリフォルニア サニーベール ボルドー ドライブ 1195
- (72)発明者 ツォウ ヨウリン
アメリカ合衆国 94089 カリフォルニア サニーベール ボルドー ドライブ 1195
- (72)発明者 チョウ シュー
アメリカ合衆国 94089 カリフォルニア サニーベール ボルドー ドライブ 1195

審査官 三坂 敏夫

- (56)参考文献 中国特許出願公開第109062833(CN, A)
特開2007-316859(JP, A)
特表2016-517554(JP, A)
特開2017-074887(JP, A)
特開2018-081678(JP, A)
Hisa Ando, GPUを支える技術 超並列ハードウェアの快進撃 [技術基礎], 株式会社技術評論社, 2017年 7月13日, 第1版, 第237頁 - 第262頁

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G06F 15/16 - 15/177
9/38
B60W 50/00