

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7047829号

(P7047829)

(45)発行日 令和4年4月5日(2022.4.5)

(24)登録日 令和4年3月28日(2022.3.28)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 W 28/14 (2009.01)

H 0 4 W 28/14

H 0 4 W 4/40 (2018.01)

H 0 4 W 4/40

H 0 4 W 84/20 (2009.01)

H 0 4 W 84/20

H 0 4 W 48/18 (2009.01)

H 0 4 W 48/18

請求項の数 17 外国語出願 (全41頁)

(21)出願番号 特願2019-205914(P2019-205914)

(22)出願日 令和1年11月14日(2019.11.14)

(65)公開番号 特開2020-102838(P2020-102838

A)

(43)公開日 令和2年7月2日(2020.7.2)

審査請求日 令和3年11月17日(2021.11.17)

(31)優先権主張番号 16/190,235

(32)優先日 平成30年11月14日(2018.11.14)

(33)優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

早期審査対象出願

(73)特許権者 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(74)代理人 110002860

特許業務法人秀和特許事務所

(72)発明者 樋口 雄大

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4

0 4 3 マウンテンビュー パーナード

アベニュー 4 6 5 トヨタ モーター ノ

ース アメリカ インコーポレイテッド内

(72)発明者 アルトウンタシュ, オヌル

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 9 4

0 4 3 マウンテンビュー パーナード

アベニュー 4 6 5 トヨタ モーター ノ

ース アメリカ インコーポレイテッド内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 車両マクロクラウドにおける改善された無線通信

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

車両マクロクラウド内の第1の車両マイクロクラウドにおける第1の制御プレーン(CP)ノードが実行する方法であって、

制御プレーンを使用してデータ要求を分析し、人気データコンテンツを提供するターゲットコンテンツプロバイダである、前記車両マクロクラウド内の第2の車両マイクロクラウドにおける第2のCPノードを選択することであって、前記人気データコンテンツは、前記人気データコンテンツに対するリクエスト数が閾値を超えた場合に人気があると定義されることと、

前記第1のCPノードにより処理されたデータ要求に関するデータ送達の待ち時間またはデータパケット損失の1つ以上を含む低減を達成するため、第1のCPノードの通信ユニットが、前記第1のCPノードに前記人気データコンテンツをプリフェッチして格納するように、フィードバックデータに基づいて前記第1のCPノードの前記通信ユニットの動作を変更することと、

利用可能なデータストレージリソースの量が、あらかじめ定められた期間内に、あらかじめ定められた閾値を下回るという予測を生成することと、

前記予測の生成に応答して、前記第1の車両マイクロクラウドのデータを、前記車両マクロクラウド内の別の車両マイクロクラウドに複製することと、

を含む、方法。

【請求項2】

前記データ要求の処理結果を示す結果データ、または、前記制御プレーンに関連するCPデータのうちの1つ以上を含む前記フィードバックデータを生成することと、

前記フィードバックデータを分析して、1つ以上のタイプの人気データコンテンツを特定することと、をさらに含み、

前記第1のCPノードの通信ユニットが、前記1つ以上のタイプの人気データコンテンツをプリフェッチして記憶する、

請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記第1のCPノードにより処理される前記データ要求は、前記人気データコンテンツを再要求するものであり、

前記第1のCPノードの前記通信ユニットの動作を変更することは、

前記データ要求に関する前記データ送達の待ち時間または前記データパケット損失のうちの1つ以上について前記低減を達成させるため、前記フィードバックデータに基づいて前記第1のCPノードに前記人気データコンテンツをキャッシュすることを含む、

請求項1に記載の方法。

【請求項4】

データプレーンを利用して前記データ要求を処理することと、

前記データ要求の処理結果を示す結果データ、または、前記制御プレーンに関連するCPデータのうちの1つ以上を含む前記フィードバックデータを生成することと、

少なくとも、前記第2の車両マイクロクラウド内の前記第2のCPノードと協働して、前記車両マクロクラウドの前記制御プレーンおよび前記データプレーンを確立することと、
を更に含み、

前記制御プレーンは、分散制御プレーンであり、少なくとも、前記第1の車両マイクロクラウド内の前記第1のCPノードおよび前記第2の車両マイクロクラウド内の前記第2のCPノードを含む、

請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記制御プレーンは、前記車両マクロクラウド内の車両マイクロクラウドおよび前記車両マイクロクラウド内のメンバ車両間の分散Vehicle-to-Everything(V2X)通信の制御タイプの処理に使用され、

データプレーンが、前記車両マクロクラウドの前記車両マイクロクラウドおよび前記車両マイクロクラウドの前記メンバ車両の間のデータ送達タイプの分散V2X通信を処理することで前記データ要求を処理する、

請求項1に記載の方法。

【請求項6】

前記第1の車両マイクロクラウドのステータスを記述する第1のステータスデータを生成することと、

前記制御プレーンを適用して、前記車両マクロクラウドにおいてステータスデータ交換を実行することであって、

前記第1のステータスデータを前記第2の車両マイクロクラウド内の前記第2のCPノードに送信すること、および、

前記第2の車両マイクロクラウド内の前記第2のCPノードから前記第2の車両マイクロクラウドのステータスを記述する第2のステータスデータを受信するステップを含むことと、を更に含む、

請求項1に記載の方法。

【請求項7】

前記第1のステータスデータは、

前記第1の車両マイクロクラウドの地理的ロケーション、前記第1の車両マイクロクラウドにより記憶されたデータファイルのリストを記述するコンテンツリストおよび各データファイルにより記述された情報、前記第1の車両マイクロクラウドで利用可能な1つ以上

10

20

30

40

50

の計算リソース、前記第 1 の車両マイクロクラウドが満たす必要があるデータ送達に対する 1 つ以上の要求、前記第 1 の車両マイクロクラウドが満たす必要があるデータ複製に対する 1 つ以上の要求、または、前記第 1 の車両マイクロクラウドが満たす必要があるデータ回復に対する 1 つ以上の要求、のうちの 1 つ以上を記述するデータを含む、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記車両マイクロクラウドにおいて実行された前記ステータスデータ交換に基づいて、前記データ送達の待ち時間を記述する待ち時間データおよびパケット送達比率を記述するパケットデータを含むネットワークデータを測定することと、

前記第 1 の車両マイクロクラウドの前記第 1 のステータスデータ、前記第 2 の車両マイクロクラウドの前記第 2 のステータスデータを含むステータスデータ構造、または、前記待ち時間データおよび前記パケットデータを含む前記ネットワークデータのうちの 1 つ以上を含む前記第 1 の車両マイクロクラウドのリソースデータを生成することと、を更に含む、請求項 6 に記載の方法。

10

【請求項 9】

前記制御プレーンを使用して前記データ要求を分析して、前記ターゲットコンテンツプロバイダを選択することは、

前記第 1 の車両マイクロクラウドのステータスを記述する第 1 のステータスデータからコンテンツリストを検索して、前記データ要求により要求された前記人気データコンテンツが前記第 1 の車両マイクロクラウドにより記憶されているか否かを判断することと、

20

前記データ要求により要求された前記人気データコンテンツが前記第 1 の車両マイクロクラウドにより記憶されていないことに応答して、前記第 1 の車両マイクロクラウドのリソースデータを分析して、前記ターゲットコンテンツプロバイダが前記第 2 の車両マイクロクラウド内の前記第 2 の C P ノードであると判断することと、を含む、

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記ターゲットコンテンツプロバイダは、前記第 2 の C P ノードが前記第 2 の車両マイクロクラウドの記憶装置に前記人気データコンテンツを記憶していること、前記第 2 の C P ノードが、前記車両マイクロクラウド内の 1 つ以上の他の車両マイクロクラウドの 1 つ以上の他の C P ノードと比較して、前記第 1 の C P ノードへの最小距離を有すること、前記第 2 の C P ノードが、前記 1 つ以上の他の C P ノードと比較して前記第 1 の C P ノードへの最小待ち時間を有すること、または、前記第 2 の C P ノードが、前記 1 つ以上の他の C P ノードと比較して、前記第 1 の C P ノードへの最高パケット送達比率を有すること、のうちの 1 つ以上を満たす、前記第 2 の車両マイクロクラウド内の前記第 2 の C P ノードである、

30

請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記制御プレーンによる判断に基づいて、データプレーンが前記データ要求を処理する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

前記データ要求は、Vehicle-to-Everything (V 2 X) ネットワークを介して、制御メッセージとして前記制御プレーンを経由して前記ターゲットコンテンツプロバイダに転送され、

40

前記データプレーンは、

前記データプレーンを使用して、前記 V 2 X ネットワークを介して前記ターゲットコンテンツプロバイダから前記人気データコンテンツを受信することと、

前記データプレーンを使用して、前記 V 2 X ネットワークを介して前記ターゲットコンテンツプロバイダから受信した前記人気データコンテンツを、前記データ要求を送信した要求者に転送することと、

によって、前記制御プレーンによる判断に基づいて前記データ要求を処理する、

50

請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記別の車両マイクロクラウドは、前記第 1 の車両マイクロクラウドから前記別の車両マイクロクラウドまでの距離に基づいて、前記データを複製するよう指示される、

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 4】

1 組のデータコンテンツが前記第 1 の車両マイクロクラウドにおいて失われたと判断することと、

前記車両マイクロクラウド内の前記別の車両マイクロクラウドから前記 1 組のデータコンテンツを取得して、前記第 1 の車両マイクロクラウドにおいて前記 1 組のデータコンテンツを回復させることと、を更に含む、

10

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記第 1 の車両マイクロクラウドの前記第 1 の C P ノードは、前記第 1 の車両マイクロクラウド内の車両、または、協働して前記第 1 の C P ノードの機能を提供する前記第 1 の車両マイクロクラウド内の複数の車両を含む、

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 6】

車両マイクロクラウド内の第 1 の車両マイクロクラウドにおける第 1 の制御プレーン (C P) ノードとして機能するコネクティッド車両の車載コンピュータシステムを含むシステムであって、前記車載コンピュータシステムは、

20

通信ユニットと、

プロセッサと、

前記プロセッサによって実行された場合に、

制御プレーンを使用してデータ要求を分析し、人気データコンテンツを提供するターゲットコンテンツプロバイダである、前記車両マイクロクラウド内の第 2 の車両マイクロクラウドにおける第 2 の C P ノードを選択することであって、前記人気データコンテンツは、前記人気データコンテンツに対するリクエスト数が閾値を超えた場合に人気があると定義されることと、

前記第 1 の C P ノードにより処理されたデータ要求に関するデータ送達の待ち時間またはデータパケット損失の 1 つ以上を含む低減を達成するため、第 1 の C P ノードの通信ユニットが、前記第 1 の C P ノードに前記人気データコンテンツをプリフェッチして格納するように、フィードバックデータに基づいて前記第 1 の C P ノードの前記通信ユニットの動作を変更することと、

30

利用可能なデータストレージリソースの量が、あらかじめ定められた期間内に、あらかじめ定められた閾値を下回るという予測を生成することと、

前記予測の生成にตอบสนองして、前記第 1 の車両マイクロクラウドのデータを、前記車両マイクロクラウド内の別の車両マイクロクラウドに複製することと、

を前記プロセッサに実行させるコンピュータコードを記憶する非一時的メモリと、を含むシステム。

40

【請求項 1 7】

車両マイクロクラウド内の第 1 の車両マイクロクラウドにおける第 1 の制御プレーン (C P) ノードが有するプロセッサによって実行された場合に、

制御プレーンを使用してデータ要求を分析し、人気データコンテンツを提供するターゲットコンテンツプロバイダである、前記車両マイクロクラウド内の第 2 の車両マイクロクラウドにおける第 2 の C P ノードを選択することであって、前記人気データコンテンツは、前記人気データコンテンツに対するリクエスト数が閾値を超えた場合に人気があると定義されることと、

前記第 1 の C P ノードにより処理されたデータ要求に関するデータ送達の待ち時間またはデータパケット損失の 1 つ以上を含む低減を達成するため、第 1 の C P ノードの通信ユニ

50

ットが、前記第 1 の C P ノードに前記人気データコンテンツをプリフェッチして格納するように、フィードバックデータに基づいて前記第 1 の C P ノードの前記通信ユニットの動作を変更することと、
利用可能なデータストレージリソースの量が、あらかじめ定められた期間内に、あらかじめ定められた閾値を下回るという予測を生成することと、
前記予測の生成に応答して、前記第 1 の車両マイクロクラウドのデータを、前記車両マイクロクラウド内の別の車両マイクロクラウドに複製することと、
を前記プロセッサに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本明細書は、車両マイクロクラウドに含まれる 1 組の車両マイクロクラウド間の無線通信の改善に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

クラウドコンピューティングは、コネクティッド自動運転車両に対する新しいサービスを支援する。その理由は、車両がリモートクラウドサーバと、増大しつつある量のデータコンテンツを交換する（例えば、セルラネットワークを介して）ことが予期されるためである。そのようなデータコンテンツの例に、自動運転用の 3 D 道路地図、インフォテインメントサービスのコンテンツ等がある。車両とクラウドサーバとの間の増大しつつある量のネットワークトラフィックは、無線アクセスネットワークおよび土台をなすバックボーンネットワークに大きな負荷を生じさせうる。

【 0 0 0 3 】

コネクティッド車両のクラスタ（すなわち、「車両マイクロクラウド」）によって分散してデータを記憶することは、コネクティッド車両に向けて生成され、コネクティッド車両により生成される、増大しつつあるネットワークトラフィックに対処する有望な解決策である。車両は、協働してデータコンテンツを車載データ記憶装置に記憶（またはキャッシュ）し、車々間（V 2 V）ネットワークを介して、他の車両により要求されたデータコンテンツを共有する。

【 0 0 0 4 】

車両マイクロクラウド自体は、車両マイクロクラウドに更に編成することができる。このようにして、個々の車両マイクロクラウドは、他の車両マイクロクラウドの計算リソースから恩恵を受けることができる。

【発明の概要】

【 0 0 0 5 】

記載されるのは、1 組の車両マイクロクラウド（各車両マイクロクラウドは、車両マイクロクラウドのメンバである）間の無線通信を改善する制御プレーン（C P）ノードにインストールされるプレーンクライアントの実施形態である。

車両マイクロクラウドはそれぞれ、プレーンクライアントを有する C P ノードを有する。

1 組の車両マイクロクラウドに対応する様々な C P ノード内の様々なプレーンクライアントは、車両マイクロクラウドがより少ない待ち時間およびデータ損失で互いと通信するためのメカニズムを提供することができる。これと比較して、構成車両マイクロクラウド間の V 2 V 通信を必要とする車両マイクロクラウドの既存の解決策は、V 2 V 通信からの待ち時間およびデータ損失という問題を有する。

【 0 0 0 6 】

本明細書に記載される幾つかの実施形態では、一般性を失うことなく、1 組の車両マイクロクラウドが、第 1 の車両マイクロクラウドおよび第 2 の車両マイクロクラウドを含むと仮定する。プレーンクライアントは、車両マイクロクラウドの車両にインストールされる。プレーンクライアントは、1 つ以上のプロセッサにより実行された場合に、1 つ以上のプロセッサに、第 1 の車両マイクロクラウド、第 2 の車両マイクロクラウド、および車両マ

10

20

30

40

50

クロクラウドに含まれる任意の他の車両マイクロクラウド間で、(1)分散制御プレーン、および、(2)データプレーンを確立させるように動作可能なコードおよびルーチンを含む。例えば、分散制御プレーンは、車両マイクロクラウドおよびそれらのメンバ車両間の分散 Vehicle-to-Everything (V2X) (例えば、V2V) 通信に使用される。

【0007】

車両マイクロクラウドの様々な車両に含まれるプレーンクライアントは、互いと協働して、本明細書に記載される機能を提供するように動作可能である。各プレーンクライアントは、以下の動作1～動作11の1つ以上を実行するように動作可能なコードおよびルーチンを含む。

10

【0008】

動作1：異なるマイクロ車両クラウド内の2つ以上の車両マイクロクラウド内の2つ以上のCPノード(例えば、2台以上の車両)のプレーンクライアントは、2つ以上の車両マイクロクラウド間に、(a)分散制御プレーン、および、(b)データプレーンを確立する。

【0009】

動作2：各車両マイクロクラウド内の少なくとも1つのCPノードのプレーンクライアントは、ステータスデータを生成する。車両マイクロクラウドのステータスデータは、(a)車両マイクロクラウドの地理的ロケーション、(b)車両マイクロクラウドにより記憶されたデータファイルのリスト(すなわち、「コンテンツリスト」)および各データファイルにより記述される情報、(c)この特定の車両マイクロクラウドに利用可能な1つ以上の計算リソース、および、(d)この特定の車両マイクロクラウドが満たす必要がありうるデータ送達、データ複製、またはデータ回復に対する任意の要求、のうちの1つ以上を記述するデジタルデータである。

20

【0010】

この動作2およびCPノードにより実行される任意の他の動作は、特定の車両マイクロクラウド内の1台の車両によりまたは特定の車両マイクロクラウド内の複数の車両により協働して実行しうる。したがって、特定の車両マイクロクラウドのCPノードは、その車両マイクロクラウド内の1台の車両であるか、または協働して、その特定の車両マイクロクラウドのCPノードの機能を提供する、その車両マイクロクラウド内の複数の車両でありうる。

30

【0011】

動作3：定期的に、車両マイクロクラウドの様々なCPノードのプレーンクライアントは、車両マイクロクラウドのその他のCPノードとステータスデータを交換する。動作1において確立された制御プレーンは、ステータスデータのこの交換に使用することができる。

【0012】

動作4：様々なCPノードのプレーンクライアントは、動作3において受信したステータスデータを含む(かつ編成する)ステータスデータ構造をそれぞれ構築する。

【0013】

動作5：V2X(例えば、V2V)通信が動作3に使用された場合に、CPノードのプレーンクライアントはそれぞれ、動作4を実行しながら、(a)待ち時間(すなわち、「待ち時間データ」により記述される)、および、(b)パケット送達比率(すなわち、「パケットデータ」により記述される)を測定する。

40

したがって、動作5の実行後、各CPノードは潜在的に、集合的に「リソースデータ」と呼ばれる、以下のデジタルデータを含む。

(a) それ自体のステータスデータ

(b) 1つ以上の他のCPノードのステータスデータを含む1つ以上のステータスデータ構造

(c) 動作4においてステータスデータを交換しながら測定された待ち時間データ

(d) 動作4においてステータスデータを交換しながら測定されたパケットデータ

50

【 0 0 1 4 】

動作 6 : 車両 (この車両は必ずしも C P ノードである必要はなく、またはマイクロクラウドメンバである必要さえない) のブレンクライアントは、車両マイクロクラウドからデータコンテンツを取得したい。この車両のブレンクライアントが、このデータコンテンツに対する要求を生成し、この要求を付近の第 1 の車両マイクロクラウドに送信すると仮定する。この動作 6 を実行する車両は、要求者と呼ぶことができる。

【 0 0 1 5 】

動作 7 : 動作 6 の第 1 の車両マイクロクラウドの C P ノードのブレンクライアントは、第 1 の車両マイクロクラウドのコンテンツリストを検索し、要求されたデータコンテンツが第 1 の車両マイクロクラウドにより記憶されているか否かを判断する。動作 7 は、分岐 7 a または分岐 7 b に進みうる。

10

【 0 0 1 6 】

分岐 7 a において、要求されたデータコンテンツが第 1 の車両マイクロクラウドに記憶されている場合、第 1 の車両マイクロクラウドの C P ノードのブレンクライアントは、ペイロードとして、要求されたデータコンテンツを含む V 2 X 無線メッセージで、動作 6 のデータ要求に応える。

【 0 0 1 7 】

分岐 7 b において、要求されたデータが第 1 の車両マイクロクラウドにより記憶されていない場合、第 1 の車両マイクロクラウドの C P ノードのブレンクライアントは、リソースデータを分析して、要求されたデータコンテンツに最も適したプロバイダを決定する。この最も適したプロバイダが第 2 の車両マイクロクラウドであると仮定する。第 1 の車両マイクロクラウドの C P ノードのブレンクライアントは、動作 1 において確立された制御ブレンを使用して、動作 6 において受信したデータ要求を第 2 の車両マイクロクラウドの C P ノードに転送する。

20

以下の動作 8 ~ 動作 1 1 は、分岐 7 a ではなく、分岐 7 b が実行されると仮定するものである。

【 0 0 1 8 】

動作 8 : データプリフェッチを実行しうる。第 2 の車両マイクロクラウドおよび第 1 の車両マイクロクラウドの C P ノードのブレンクライアントは、動作 6 において要求者により要求されたデータコンテンツを記述する「要求データ」を記録する。このようにして、ブレンクライアントは、特定のデータコンテンツが要求される頻度をモニタする (要求されたデータコンテンツは、将来の計算に使用されて、待ち時間およびデータパケット損失の低減に関して性能を改善することができる) 。ブレンクライアントは、異なるデータコンテンツの人気度をモニタし、人気のあるデータコンテンツをプリフェッチする。このようにして、要求者が人気のあるデータコンテンツを要求した場合、分岐 7 a を実行することができ、分岐 7 b および分岐 7 b に続く動作を実行する必要はない。

30

【 0 0 1 9 】

動作 9 : 第 2 の車両マイクロクラウドの C P ノードのブレンクライアントは、第 1 の車両マイクロクラウドの C P ノードにデータコンテンツを提供する。

【 0 0 2 0 】

40

動作 1 0 : データキャッシュを実行することができる。第 2 の車両マイクロクラウドおよび第 1 の車両マイクロクラウドの C P ノードのブレンクライアントは、動作 6 において要求者により要求されたデータコンテンツを含む「コンテンツデータ」をキャッシュする。このようにして、ブレンクライアントは、このデータコンテンツに対して受信される将来の要求のためにコンテンツデータをキャッシュし、それにより、この同じデータコンテンツへの要求について、将来、分岐 7 b およびその後続動作は必要ないため、これらの将来の要求の待ち時間は低減する。これはまた、これらの将来の要求でのデータパケット損失リスクも低減する。

【 0 0 2 1 】

動作 1 1 : 第 1 の車両マイクロクラウドの C P ノードのブレンクライアントは、動作 6

50

の要求に応答して、要求されたデータコンテンツを要求者に提供する。

【0022】

幾つかの実施形態では、制御プレーンにより可能になるデータ複製および失敗リカバリを実行することもできる。

【0023】

本明細書に記載されるプレーンクライアントは有利なことに、車両マクロクラウドの構成要素である様々な車両マイクロクラウド間の無線通信の待ち時間およびデータパケット損失を低減することができる。本明細書に記載されるプレーンクライアントは、分散制御プレーンを確立することにより、部分的にこの機能を提供する。比較すると、分散制御プレーンを使用して様々な車両マイクロクラウド間の無線通信の待ち時間およびデータパケット損失を低減する既存の解決策はない。

10

【0024】

1つ以上のコンピュータのシステムは、動作に際して、システムにアクションを実行させるソフトウェア、ファームウェア、ハードウェアまたはそれらの組合せをシステムにインストールすることにより、特定の動作またはアクションを実行するように構成することができる。1つ以上のコンピュータプログラムは、データ処理装置によって実行された場合に装置にアクションを実行させる命令を含むことにより、特定の動作またはアクションを実行するように構成することができる。

【0025】

一つの一般的な形態は、車両マクロクラウド内の第1の車両マイクロクラウドにおける第1の制御プレーン(CP)ノードが実行する方法であって、Vehicle-to-Everything(V2X)ネットワークを介して要求者からデータ要求を受信するステップと、制御プレーンを使用して前記データ要求を分析し、前記データ要求により要求されたデータコンテンツを提供するターゲットコンテンツプロバイダである、前記車両マクロクラウド内の第2の車両マイクロクラウドにおける第2のCPノードを選択するステップと、データプレーンを使用して前記データ要求を処理するステップと、前記データ要求の処理結果を記述する結果データおよび前記制御プレーンに関連付けられた制御プレーンデータの1つ以上を含むフィードバックデータを生成するステップと、前記第1のCPノードにより処理されたデータ要求に関するデータ送達の待ち時間およびデータパケット損失の1つ以上を含む低減が達成されるように、前記フィードバックデータに基づいて前記第1のCPノードの動作を変更するステップであって、前記低減は、より多くのフィードバックデータが生成されるにつれて、時間の経過に伴って改善するステップと、を含む。この態様の別の実施形態は、各々が方法の作用を実行するように構成された、対応するコンピュータシステム、装置、および1つ以上のコンピュータ記憶装置に記録されたコンピュータプログラムを含む。

20

30

【0026】

実施例は、以下の特徴のうちの1つ以上を含み得る。

前記第1のCPノードにより処理される前記データ要求は、人気のあるデータコンテンツを要求するものであり、前記フィードバックデータに基づいて前記第1のCPノードの動作を変更するステップは、前記フィードバックデータを分析して、1つ以上のタイプの人気のあるデータコンテンツを特定するステップと、前記第1のCPノードの通信ユニットが前記1つ以上のタイプの人気のあるデータコンテンツをプリフェッチして記憶し、前記データ要求に関する前記データ送達の待ち時間および前記データパケット損失のうちの1つ以上について前記低減を達成するように、前記第1のCPノードの前記通信ユニットの動作を変更するステップと、を含む方法。

40

前記第1のCPノードにより処理される前記データ要求は、前記データコンテンツを再要求するものであり、前記フィードバックデータに基づいて前記第1のCPノードの動作を変更するステップは、前記フィードバックデータに基づいて前記第1のCPノードの通信ユニットが前記データコンテンツをキャッシュして、前記データ要求に関する前記データ送達の待ち時間および前記データパケット損失のうちの1つ以上について前記低減を達成

50

するように、前記第 1 の C P ノードの前記通信ユニットの動作を変更するステップを含む方法。

少なくとも、前記第 2 の車両マイクロクラウド内の前記第 2 の C P ノードと協働して、前記車両マイクロクラウドの前記制御プレーンおよび前記データプレーンを確立するステップを更に含み、前記制御プレーンは、分散制御プレーンであり、少なくとも、前記第 1 の車両マイクロクラウド内の前記第 1 の C P ノードおよび前記第 2 の車両マイクロクラウド内の前記第 2 の C P ノードを含む方法。

前記制御プレーンは、前記車両マイクロクラウド内の車両マイクロクラウドおよび前記車両マイクロクラウド内のメンバ車両間の分散 V 2 X 通信の制御タイプの処理に使用され、前記データプレーンは、前記車両マイクロクラウドの前記車両マイクロクラウドおよび前記車両マイクロクラウドの前記メンバ車両の間のデータ送達タイプの分散 V 2 X 通信の処理に使用される方法。

10

前記第 1 の車両マイクロクラウドのステータスを記述する第 1 のステータスデータを生成するステップと、前記制御プレーンを適用して、前記車両マイクロクラウドにおいてステータスデータ交換を実行するステップであって、前記第 1 のステータスデータを前記第 2 の車両マイクロクラウド内の前記第 2 の C P ノードに送信するステップ、および、前記第 2 の車両マイクロクラウド内の前記第 2 の C P ノードから前記第 2 の車両マイクロクラウドのステータスを記述する第 2 のステータスデータを受信するステップを含むステップと、を更に含む方法。

前記第 1 のステータスデータは、前記第 1 の車両マイクロクラウドの地理的ロケーション、前記第 1 の車両マイクロクラウドにより記憶されたデータファイルのリストを記述するコンテンツリストおよび各データファイルにより記述された情報、前記第 1 の車両マイクロクラウドで利用可能な 1 つ以上の計算リソース、前記第 1 の車両マイクロクラウドが満たす必要があるデータ送達に対する 1 つ以上の要求、前記第 1 の車両マイクロクラウドが満たす必要があるデータ複製に対する 1 つ以上の要求、および、前記第 1 の車両マイクロクラウドが満たす必要があるデータ回復に対する 1 つ以上の要求、のうちの 1 つ以上を記述するデータを含む方法。

20

前記車両マイクロクラウドにおいて実行された前記ステータスデータ交換に基づいて、前記データ送達の待ち時間を記述する待ち時間データおよびパケット送達比率を記述するパケットデータを含むネットワークデータを測定するステップと、前記第 1 の車両マイクロクラウドの前記第 1 のステータスデータ、前記第 2 の車両マイクロクラウドの前記第 2 のステータスデータを含むステータスデータ構造、および、前記待ち時間データおよび前記パケットデータを含む前記ネットワークデータのうちの 1 つ以上を含む前記第 1 の車両マイクロクラウドのリソースデータを生成するステップと、を更に含む方法。

30

前記制御プレーンを使用して前記データ要求を分析して、前記ターゲットコンテンツプロバイダを選択するステップは、前記第 1 の車両マイクロクラウドのステータスを記述する第 1 のステータスデータからコンテンツリストを検索して、前記データ要求により要求された前記データコンテンツが前記第 1 の車両マイクロクラウドにより記憶されているか否かを判断するステップと、前記データ要求により要求された前記データコンテンツが前記第 1 の車両マイクロクラウドにより記憶されていないことに応答して、前記第 1 の車両マイクロクラウドのリソースデータを分析して、前記ターゲットコンテンツプロバイダが前記第 2 の車両マイクロクラウド内の前記第 2 の C P ノードであると判断するステップと、を含む方法。

40

前記ターゲットコンテンツプロバイダは、前記第 2 の C P ノードが前記第 2 の車両マイクロクラウドの記憶装置に前記データコンテンツを記憶していること、前記第 2 の C P ノードが、前記車両マイクロクラウド内の 1 つ以上の他の車両マイクロクラウドの 1 つ以上の他の C P ノードと比較して、前記第 1 の C P ノードへの最小距離を有すること、前記第 2 の C P ノードが、前記 1 つ以上の他の C P ノードと比較して前記第 1 の C P ノードへの最小待ち時間を有すること、前記第 2 の C P ノードが、前記 1 つ以上の他の C P ノードと比較して、前記第 1 の C P ノードへの最高パケット送達比率を有すること、のうちの 1 つ以上

50

を満たす、前記第2の車両マイクロクラウド内の前記第2のCPノードである方法。

前記データプレーンを使用して、前記データ要求を処理するステップは、前記データプレーンを使用して、前記制御プレーンによる判断に基づいて前記データ要求を処理するステップを含む方法。

前記データ要求は、前記V2Xネットワークを介して、制御メッセージとして前記制御プレーンを経由して前記ターゲットコンテンツプロバイダに転送される方法。

前記データプレーンを使用して、前記制御プレーンによる判断に基づいて前記データ要求を処理するステップは、前記データプレーンを使用して、前記V2Xネットワークを介して前記ターゲットコンテンツプロバイダから前記データコンテンツを受信するステップと、前記データプレーンを使用して、前記V2Xネットワークを介して前記ターゲットコンテンツプロバイダから受信した前記データコンテンツを前記要求者に転送するステップと、を含む方法。

10

前記第1の車両マイクロクラウドにおいてデータ複製トリガーイベントをモニタするステップと、前記データ複製トリガーイベントの発生にตอบสนองして、前記第1の車両マイクロクラウドのデータを前記車両マイクロクラウド内の別の車両マイクロクラウドに複製するステップと、を更に含む方法。

1組のデータコンテンツが前記第1の車両マイクロクラウドにおいて失われたと判断するステップと、前記車両マイクロクラウド内の別の車両マイクロクラウドから前記1組のデータコンテンツを取得して、前記第1の車両マイクロクラウドにおいて前記1組のデータコンテンツを回復させるステップと、を更に含む方法。

20

前記第1の車両マイクロクラウドの前記第1のCPノードは、前記第1の車両マイクロクラウド内の車両、または、協働して前記第1のCPノードの機能を提供する前記第1の車両マイクロクラウド内の複数の車両を含む方法。

説明された技術の実装は、ハードウェア、方法またはプロセス、またはコンピュータアクセス可能媒体上のコンピュータソフトウェアを含み得る。

【0027】

一つの一般的な形態は、車両マイクロクラウド内の第1の車両マイクロクラウドにおける第1の制御プレーン(CP)ノードとして機能するコネクティッド車両の車載コンピュータシステムを含むシステムであって、前記車載コンピュータシステムは、通信ユニットと、プロセッサと、前記プロセッサによって実行された場合に、Vehicle-to-Everything(V2X)ネットワークを介して要求者からデータ要求を受信するステップと、制御プレーンを使用して前記データ要求を分析し、前記データ要求により要求されたデータコンテンツを提供するターゲットコンテンツプロバイダである、前記車両マイクロクラウド内の第2の車両マイクロクラウドにおける第2のCPノードを選択するステップと、データプレーンを使用して前記データ要求を処理するステップと、前記データ要求の処理結果を記述する結果データおよび前記制御プレーンに関連付けられた制御プレーンデータの1つ以上を含むフィードバックデータを生成するステップと、前記第1のCPノードにより処理されたデータ要求に関するデータ送達の待ち時間およびデータパケット損失の1つ以上を含む低減が達成されるように、前記フィードバックデータに基づいて前記第1のCPノードの動作を変更するステップであって、前記低減は、より多くのフィードバックデータが生成されるにつれて、時間の経過に伴って改善するステップと、を前記プロセッサに実行させるコンピュータコードを記憶する非一時的メモリと、を含む。

30

この態様の別の実施形態は、各々が方法の作用を実行するように構成された、対応するコンピュータシステム、装置、および1つ以上のコンピュータ記憶装置に記録されたコンピュータプログラムを含む。

40

【0028】

実施例は、以下の特徴のうちの1つ以上を含み得る。

前記コンピュータコードは、前記プロセッサによって実行された場合に、前記プロセッサに、

少なくとも、前記第2の車両マイクロクラウド内の前記第2のCPノードと協働して、前

50

記車両マクロクラウドの前記制御プレーンおよび前記データプレーンを確立するステップを更に実行させ、前記制御プレーンは、分散制御プレーンであり、少なくとも、前記第1の車両マイクロクラウド内の前記第1のCPノードおよび前記第2の車両マイクロクラウド内の前記第2のCPノードを含むシステム。

前記制御プレーンは、前記車両マクロクラウド内の車両マイクロクラウドおよび前記車両マイクロクラウド内のメンバ車両間の分散V2X通信の制御タイプの処理に使用され、前記データプレーンは、前記車両マクロクラウドの前記車両マイクロクラウドおよび前記車両マイクロクラウドの前記メンバ車両の間のデータ送達タイプの分散V2X通信の処理に使用されるシステム。

説明された技術の実装は、ハードウェア、方法またはプロセス、またはコンピューターアクセス可能媒体上のコンピューターソフトウェアを含み得る。

10

【0029】

一つの一般的な形態は、車両マクロクラウド内の第1の車両マイクロクラウドにおける第1の制御プレーン(CP)ノードが有するプロセッサによって実行された場合に、Vehicle-to-Everything(V2X)ネットワークを介して要求者からデータ要求を受信するステップと、制御プレーンを使用して前記データ要求を分析し、前記データ要求により要求されたデータコンテンツを提供するターゲットコンテンツプロバイダである、前記車両マクロクラウド内の第2の車両マイクロクラウドにおける第2のCPノードを選択するステップと、データプレーンを使用して前記データ要求を処理するステップと、前記データ要求の処理結果を記述する結果データおよび前記制御プレーンに関連付けられた制御プレーンデータの1つ以上を含むフィードバックデータを生成するステップと、前記第1のCPノードにより処理されたデータ要求に関するデータ送達の待ち時間およびデータパケット損失の1つ以上を含む低減が達成されるように、前記フィードバックデータに基づいて前記第1のCPノードの動作を変更するステップであって、前記低減は、より多くのフィードバックデータが生成されるにつれて、時間の経過に伴って改善するステップと、を前記プロセッサに実行させるコンピュータコードを記憶する非一時的メモリを含む、コンピュータプログラム製品である。

20

この態様の別の実施形態は、各々が方法の作用を実行するように構成された、対応するコンピュータシステム、装置、および1つ以上のコンピュータ記憶装置に記録されたコンピュータプログラムを含む。

30

【0030】

実施例は、以下の特徴のうちの1つ以上を含み得る。

前記コンピュータコードは、前記プロセッサによって実行された場合に、前記プロセッサに、

少なくとも、前記第2の車両マイクロクラウド内の前記第2のCPノードと協働して、前記車両マクロクラウドの前記制御プレーンおよび前記データプレーンを確立するステップを更に実行させ、前記制御プレーンは、分散制御プレーンであり、少なくとも、前記第1の車両マイクロクラウド内の前記第1のCPノードおよび前記第2の車両マイクロクラウド内の前記第2のCPノードを含むコンピュータプログラム製品。

説明された技術の実装は、ハードウェア、方法またはプロセス、またはコンピューターアクセス可能媒体上のコンピューターソフトウェアを含み得る。

40

【0031】

本開示は、限定ではなく例として、同様の参照番号が同様の要素の参照に使用される添付図面の図に示される。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1A】幾つかの実施形態による一例の車両マクロクラウドを示すブロック図である。

【0033】

【図1B】幾つかの実施形態による車両マイクロクラウドの一例のCPノードを示すブロック図である。

50

【 0 0 3 4 】

【図 1 C】幾つかの実施形態によるプレーンクライアントの動作環境を示すブロック図である。

【 0 0 3 5 】

【図 1 D】幾つかの実施形態によるプレーンクライアントの動作環境を示す別のブロック図である。

【 0 0 3 6 】

【図 1 E】幾つかの実施形態によるデータ要求の一例のフロープロセスを示すブロック図である。

【 0 0 3 7 】

【図 2】幾つかの実施形態によるプレーンクライアントを含む一例のコンピュータシステムを示すブロック図である。

【 0 0 3 8 】

【図 3】幾つかの実施形態による車両マクロクラウド内の 1 組の車両マイクロクラウド間の無線通信を改善する方法を示す。

【 0 0 3 9 】

【図 4 A】幾つかの実施形態による車両マクロクラウド内の 1 組の車両マイクロクラウド間の無線通信を改善する別の方法を示す。

【図 4 B】幾つかの実施形態による車両マクロクラウド内の 1 組の車両マイクロクラウド間の無線通信を改善する別の方法を示す。

【図 4 C】幾つかの実施形態による車両マクロクラウド内の 1 組の車両マイクロクラウド間の無線通信を改善する別の方法を示す。

【 0 0 4 0 】

【図 5】幾つかの実施形態による、分離された車両マクロクラウドを橋渡しする一例の構造を示す図表現である。

【 0 0 4 1 】

【図 6 A】幾つかの実施形態による一例の D S R C データを示す図表現である。

【図 6 B】幾つかの実施形態による一例の D S R C データを示す図表現である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 4 2 】

互いに近接するコネクティッド車両は、車両マイクロクラウドを形成することができる。当該コネクティッド車両は、本明細書では「マイクロクラウドメンバ」または「メンバ車両」と呼ばれる。コネクティッド車両は、協働して、V 2 X（例えば、V 2 V）ネットワークを介して、以下に限定されないが、（ 1 ）複数のメンバ車両間で協働してリソース集約的計算タスクを実行すること、（ 2 ）複数のメンバ車両間で協働してデータコンテンツを保持かつ更新すること、（ 3 ）複数のメンバ車両の車載センサにより道路状況の検知を協働して実行すること、および（ 4 ）クラウドサーバ（またはエッジサーバ）からのまたはクラウドサーバ（またはエッジサーバ）へのデータコンテンツのダウンロードまたはアップロードを協働して行うことを含めて、計算、データ記憶、検知、通信タスク、およびそれらの任意の組合せをマイクロクラウドメンバ間で実行する。

【 0 0 4 3 】

車両マクロクラウド内の車両マイクロクラウドを使用することにより、データ（例えば、自動運転用の高精細道路地図）にアクセスが必要となときに、車両ネットワーク間（V 2 N）通信（例えば、セルラネットワーク）によって、コネクティッド車両がリモートクラウドサーバまたはエッジサーバに常時アクセスする必要がなくなる。車両マイクロクラウドのモビリティに応じて、車両マイクロクラウドは、例として、静止車両マイクロクラウドおよびモバイル車両マイクロクラウドの 2 つのタイプに分類することができる。

【 0 0 4 4 】

静止車両マイクロクラウドは、特定の地理的領域（例えば、交差点）に結び付けることができる。車両は、静止車両マイクロクラウドの予め定義された地理的領域に入る際に、静

10

20

30

40

50

止車両マイクロクラウドに入り、予め定義された地理的領域を出る際に、静止車両マイクロクラウドから出る。予め定義された地理的領域から出るとき、車両はまた、静止車両マイクロクラウドの進行中のタスクを他のメンバ車両にハンドオーバーする。幾つかの実施形態では、駐車車両も、静止車両マイクロクラウドのメンバであることができる。

【0045】

モバイル車両マイクロクラウドでは、メンバリーダ（例えば、車両マイクロクラウド内でリーダとして機能するコネクティッド車両）が、近傍車両をモバイル車両マイクロクラウドに参加するように招待することができる。静止車両マイクロクラウドとは異なり、モバイル車両マイクロクラウドは、メンバリーダが移動するにつれて移動する。メンバリーダは、他のメンバ車両をモバイル車両マイクロクラウドに勧誘し、協働タスクを実行するためにサブタスクを他のメンバ車両に配分する。

10

【0046】

複数の車両マイクロクラウドは、V2X（例えば、V2V）ネットワークを介して相互接続され、広範囲の車両マイクロクラウドを形成することができる。車両は、V2X（例えば、V2V）ネットワークを介して車両マイクロクラウド（または他の車両）にアクセスすることにより、データコンテンツおよびタスク実行を任意の車両マイクロクラウド（または任意の他の車両）から要求することができる。例えば、車両マイクロクラウドは、車両により要求されているタスクを実行し、V2X（例えば、V2V）ネットワークを介してタスク実行結果を車両に返信する。また、車両マイクロクラウドは、V2X（例えば、V2V）ネットワークを介して要求されたデータを車両に送信することもでき、したがって、車両は、要求されたデータを車両マイクロクラウドから検索する。このようにして、車両マイクロクラウドに対して、サービスの検索およびプロビジョニングを実行することができる。

20

【0047】

既存の解決策では、車両マイクロクラウドにおけるV2Vネットワークを介したデータ送達の待ち時間が長いことがあり、データ送達の信頼性が低いことがある。例えば、コンテンツプロバイダが、要求を出した車両から離れている場合、V2Vネットワークを介したデータ転送は、長い待ち時間を発生させる恐れがあり、また、パケット損失に起因した失敗を生じさせる恐れもある。その上、車両マイクロクラウドからのデータ損失リスクは高い。例えば、車両マイクロクラウドに保持されたデータコンテンツは、車両マイクロクラウド内の車両の数が減る場合、失われる恐れがある。

30

【0048】

V2X通信を介して1組の車両マイクロクラウド間の無線通信を改善するブレンクライトの実施形態についてここで説明する。本明細書に記載されるV2X通信の例には、狭域通信（DSRC）（DSRC通信のタイプの中でも特に基本安全メッセージ（BSM）および歩行者安全メッセージ（PSM）を含む）、ロングタームエボリューション（LTE）、ミリメートル波（mm波）通信、3G、4G、5G、LTE-V2X、LTE-車車間（LTE-V2V）、LTE-デバイスデバイス間（LTE-D2D）、ボイスオーバーLTE（VoLTE）等のうちの1つがあるが、これらに限定されない。幾つかの例では、V2X通信は、V2V通信、車-インフラ間（V2I）通信、車ネットワーク間（V2N）通信、またはそれらの任意の組合せを含むことができる。

40

【0049】

本明細書に記載されるV2X無線メッセージの例には、狭域通信（DSRC）メッセージ、基本安全メッセージ（BSM）、ロングタームエボリューション（LTE）メッセージ、LTE-V2Xメッセージ（例えば、LTE-車車間（LTE-V2V）メッセージ、LTE-車-インフラ間（LTE-V2I）メッセージ）、5G-LTEメッセージ、およびミリメートル波メッセージ等があるが、これらに限定されない。

【0050】

（概説例）

図1Aを参照して、1つ以上の車両マイクロクラウド110を含みうる一例の車両マクロ

50

クラウド 102 を示す。各車両マイクロクラウド 110 は、CP ノード 112 を含む。例えば、車両マイクロクラウド 102 は、第 1 の車両マイクロクラウド 110 A、第 2 の車両マイクロクラウド 110 B、...、および第 M の車両マイクロクラウド 110 M を含む (M は正の整数 (M = 1))。

この第 1 の車両マイクロクラウド 110 A は CP ノード 112 A を含み、第 2 の車両マイクロクラウド 110 B は CP ノード 112 B を含み、第 M の車両マイクロクラウド 110 M は CP ノード 112 M を含む。第 1 の車両マイクロクラウド 110 A、第 2 の車両マイクロクラウド 110 B、および第 M の車両マイクロクラウド 110 M は、本明細書では集合的または個々に「車両マイクロクラウド 110」と呼ばれる。第 1 の CP ノード 112 A、第 2 の CP ノード 112 B、および第 M の CP ノード 112 M は、本明細書では集合的または個々に「CP ノード 112」と呼ばれる。車両マイクロクラウド 102 のこれらの車両マイクロクラウド 110 は、ネットワーク 105 に通信可能に結合しうる。

【0051】

3 つの車両マイクロクラウド 110 および 1 つのネットワーク 105 が図 1 A に示されているが、実際には、車両マイクロクラウド 102 は、1 つ以上の車両マイクロクラウド 110 および 1 つ以上のネットワーク 105 を含むうる。

【0052】

ネットワーク 105 は、有線であれ無線であれ従来のタイプでありえ、スター構成、トークンリング構成、または他の構成を含め、多くの異なる構成を有しうる。さらに、ネットワーク 105 は、ローカルエリアネットワーク (LAN)、ワイドエリアネットワーク (WAN) (例えば、インターネット)、または複数のデバイスおよび/またはエンティティが通信しうる、相互接続された他のデータバスを含むうる。幾つかの実施形態では、ネットワーク 105 はピアツーピアネットワークを含むうる。ネットワーク 105 は、種々の異なる通信プロトコルでデータを送信する電気通信ネットワークの部分に結合することでもでき、または含むうる。幾つかの実施形態では、ネットワーク 105 は、ショートメッセージングサービス (SMS)、マルチメディアメッセージングサービス (MMS)、ハイパーテキスト転送プロトコル (HTTP)、直接データ接続、無線アプリケーションプロトコル (WAP)、電子メール DSRG、全二重無線通信、mm 波、Wi-Fi (インフラストラクチャモード)、Wi-Fi (アドホックモード)、可視光通信、TV ホワイト空間通信、および衛星通信を含め、データを送受信するための Bluetooth (登録商標) 通信ネットワークまたはセルラ通信ネットワークを含む。ネットワーク 105 はまた、3G、4G、LTE、LTE-V2V、LTE-V2I、LTE-V2X、LTE-D2D、VOLT E、LTE-5G、または任意の他のモバイルデータネットワーク、若しくはモバイルデータネットワークの組合せを含むうるモバイルデータネットワークを含むこともできる。さらに、ネットワーク 105 は 1 つ以上の IEEE 802.11 無線ネットワークを含むうる。

【0053】

幾つかの実施形態では、ネットワーク 105 は V2X ネットワーク (例えば、V2X 無線ネットワーク) を含む。V2X ネットワークとは、車両マイクロクラウド 110 (例えば、CP ノード 112 および車両マイクロクラウドの他のメンバ) 等のエンティティが、Wi-Fi、3G、4G、LTE、5G 等を含むセルラ通信、狭域通信 (DSRC)、ミリメートル波通信等の 1 つ以上を介して互いと無線通信できるようにする通信ネットワークである。

【0054】

図 1 B を参照して、特定の車両マイクロクラウド 110 の CP ノード 112 の一例を示す。CP ノード 112 は、1 台のコネクティッド車両 121 または協働して機能して、車両マイクロクラウド 110 の CP ノードの機能を提供する車両マイクロクラウド 110 内の複数のコネクティッド車両 121 を含むうる。例えば、図 1 B に示すように、CP ノード 112 は第 1 のコネクティッド車両 121 A、...、および第 N のコネクティッド車両 121 N (本明細書では個々にまたは集合的に「コネクティッド車両 121」と呼ばれうる)

10

20

30

40

50

を含む（ N は正の整数（ $N \geq 1$ ））。2台のコネクティッド車両121が図1Bに示されているが、実際には、CPノード112は、車両マイクロクラウド110内に任意の数のコネクティッド車両121を含みうる。

【0055】

各コネクティッド車両121にはブレンククライアント199がインストールされる。例えば、第1のコネクティッド車両121Aはブレンククライアント199Aを含み、第 N のコネクティッド車両121Nはブレンククライアント199Nを含む。ブレンククライアント199Aおよびブレンククライアント199Nは、本明細書では個々にまたは集合的に「ブレンククライアント199」と呼ばれる。

【0056】

幾つかの実施形態では、コネクティッド車両121のブレンククライアント199は、コネクティッド車両121のプロセッサにより実行された場合に、プロセッサに、図1Eおよび図3～図4Cを参照してフロープロセス160並びに方法300および400の1つ以上のステップを実行させるように動作可能なソフトウェアを含む。

【0057】

幾つかの実施形態では、ブレンククライアント199は、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）または特定用途向け集積回路（ASIC）を含むハードウェアを使用して実装しうる。幾つかの他の実施形態では、ブレンククライアント199は、ハードウェアとソフトウェアとの組合せを使用して実装しうる。ブレンククライアント199は、デバイス（例えば、車両または他のデバイス）の組合せか、または複数のデバイスの1つに記憶しうる。

【0058】

ブレンククライアント199について図2～図4Cを参照して更に後述する。

【0059】

図1Cを参照して、ブレンククライアント199の動作環境130を示す。図1Aおよび図1Bに示される要素に加えて、動作環境130は要求者141を更に含みうる。要求者141には、ブレンククライアント199X（ブレンククライアント199のインスタンス。簡潔にするためかつ説明の便宜上、ブレンククライアント199と呼ぶこともできる）をインストールしうる。動作環境130のこれらの要素は、ネットワーク105に通信可能に結合しうる。

【0060】

例として、第1の車両マイクロクラウド110Aはデータコンテンツ131Aを記憶し、第2の車両マイクロクラウド110Bはデータコンテンツ131Bを記憶し、第 M の車両マイクロクラウド110Mはデータコンテンツ131Mを記憶する。データコンテンツ131A、データコンテンツ131B、およびデータコンテンツ131Mは、互いに共通するデータコンテンツの少なくともサブセットを共有することができ、または互いとは全く別個でありうる。データコンテンツ131A、データコンテンツ131B、およびデータコンテンツ131Mは、個々にまたは集合的に「データコンテンツ131」と呼ぶことができる。

【0061】

データコンテンツ131は、対応する車両マイクロクラウドにより記憶された1つ以上のデータファイルを含みうる。例えば、データコンテンツ131は、限定ではなく、オーディオコンテンツ（例えば、ポッドキャスト、音楽、ボイス記録等）、ビデオコンテンツファイル（例えば、映画、動画等）、地図データファイル（例えば、1つ以上の市、州、または国の高精細地図）、および任意の他のタイプのデータファイルを含みうる。

【0062】

幾つかの実施形態では、データコンテンツ131は、人気のあるデータコンテンツを含みうる。幾つかの例では、データコンテンツの一部分の人気は、この一部分のデータコンテンツの検索を目指す要求の数に基づいて決定することができる。データコンテンツのこの一部分への要求数が閾値を超える場合、データコンテンツのこの部分は人気のあるデータ

10

20

30

40

50

コンテンツであると決定される。代替または追加として、データコンテンツの一部分の人気は、ウェブベースの格付けまたはクラウドソーシングから決定することができる。例えば、音楽ダウンロードウェブサイトでのトップ100ソングは人気のあるデータコンテンツとすることができる。人気のあるデータコンテンツの他の例も可能である。

【0063】

車両マイクロクラウド110のCPノード112（例えば、CPノード112A、112B、または112M）の拡大図を図1Cに示す。CPノード112は、例えば、1つ以上のコネクティッド車両121（例えば、第1のコネクティッド車両121A、...、および第Nのコネクティッド車両121N）、プロセッサ（図1Cに示されず）、およびメモリ127を含む。

10

【0064】

メモリ127は、CPノード112のプロセッサにより実行しうる命令またはデータを記憶する。命令またはデータは、本明細書に記載される方法を実行するコードを含みうる。メモリ127は、ダイナミックランダムアクセスメモリ（DRAM）デバイス、スタティックランダムアクセスメモリ（SRAM）デバイス、フラッシュメモリ、または何らかの他のメモリデバイスでありうる。幾つかの実施形態では、メモリ127は、ハードディスクドライブ、フロッピーディスクドライブ、CD-ROMデバイス、DVD-ROMデバイス、DVD-RAMデバイス、DVD-RWデバイス、フラッシュメモリデバイス、または情報をより永続的に記憶する何らかの他の大容量記憶装置を含めて不揮発性メモリまたは同様の永続的記憶装置および媒体も含む。CPノード112は1つ以上のメモリ127を含みうる。

20

【0065】

メモリ127は、リソースデータ139およびデータコンテンツ131のうちの1つ以上を記憶しうる。

【0066】

リソースデータ139は、ステータスデータ133、ステータスデータ構造134、待ち時間データ135、およびパケットデータ137の1つ以上を含む。

【0067】

車両マイクロクラウド110におけるCPノード112のステータスデータ133は、車両マイクロクラウド110のステータス情報を記述するデジタルデータを含む。例えば、ステータスデータは、車両マイクロクラウドの地理的ロケーション（例えば、交差点等の車両マイクロクラウドの静止ロケーションまたは車両マイクロクラウド内のメンバリーダのロケーション）、車両マイクロクラウドにより記憶されたデータファイルのリストを記述するコンテンツリストおよび各データファイルにより記述される情報、車両マイクロクラウドで利用可能な1つ以上の計算リソース（例えば、計算力、メモリ、ネットワーク帯域幅等）、車両マイクロクラウドが満たす必要があるデータ送達に対する1つ以上の要求、車両マイクロクラウドが満たす必要があるデータ複製の1つ以上の要求、および車両マイクロクラウドが満たす必要があるデータ回復の1つ以上の要求、のうちの1つ以上を記述するデータを含む。

30

【0068】

CPノード112のステータスデータ構造134は、他のCPノード112のステータスデータを記述するデジタルデータを含む。例えば、CPノード112は、ステータスデータ交換プロセスを通して1つ以上の他のCPノード112から1つ以上の組のステータスデータを受信し、1つ以上の組のステータスデータを1つ以上のステータスデータ構造134に編成する。幾つかの実施形態では、1つ以上のステータスデータ構造134は、CPノード112と1つ以上の他のCPノード112との間の1つ以上の距離もそれぞれ含む。1つ以上の距離は、ステータスデータ交換プロセス中、測定することもできる。

40

【0069】

待ち時間データ135は、車両マイクロクラウド110のCPノード112と、1つ以上の他の車両マイクロクラウド110の1つ以上の他のCPノード112との間の1つ以上

50

の待ち時間値を記述するデジタルデータを含む。例えば、待ち時間データ135は、(1)車両マイクロクラウド110と第1の他の車両マイクロクラウド110との間のデータ送達の第1の待ち時間、(2)車両マイクロクラウド110と第2の他の車両マイクロクラウド110との間のデータ送達の第2の待ち時間、および、(3)車両マイクロクラウド110と任意の他の車両マイクロクラウド110との間のデータ送達の任意の他の待ち時間を含む。

【0070】

パケットデータ137は、車両マイクロクラウド110のCPノード112と1つ以上の他の車両マイクロクラウド110の1つ以上の他のCPノード112との間のパケット送達比率(packet delivery ratio)(またはパケット損失比率)を記述するデジタルデータを含む。例えば、パケットデータ137は、(1)車両マイクロクラウド110と第1の他の車両マイクロクラウド110との間の第1のパケット送達比率、(2)車両マイクロクラウド110と第2の他の車両マイクロクラウド110との間の第2のパケット送達比率、および(3)車両マイクロクラウド110と任意の他の車両マイクロクラウド110との間の任意の他のパケット送達比率を含む。

10

【0071】

データコンテンツ131については上述しており、同様の説明をここで繰り返さない。幾つかの実施形態では、各マイクロクラウドメンバは、同じ車両マイクロクラウド110の他のメンバまたは他の車両マイクロクラウド110のメンバにより要求しうるデータコンテンツを記憶する。要求者141は、データコンテンツをマイクロクラウドメンバから要求するコネクティッド車両である。要求者141は車両マイクロクラウドのメンバであってもよく、なくてもよい。例えば、要求者141は、車両マイクロクラウド内の特定の車両マイクロクラウド110のメンバ車両である。別の例では、要求者141は、車両マイクロクラウド内の任意の車両マイクロクラウド110のメンバ車両ではない。

20

【0072】

幾つかの実施形態では、コネクティッド車両121および要求者141の1つ以上は、DSRC対応車両でありうる。DSRC対応車両とは、(1)DSRC無線を含み、(2)DSRC準拠全地球測位システム(GPS)ユニットを含み、かつ、(3)DSRC対応車両が位置する管轄区域においてDSRCメッセージを合法的に送受信するように動作可能な車両である。DSRC無線は、DSRC受信機およびDSRC送信機を含むハードウェアである。DSRC無線は、DSRCメッセージを無線で送受信するように動作可能である。

30

【0073】

DSRC準拠GPSユニットは、車線レベル精度を有する車両の位置情報(またはDSRC準拠GPSユニットを含む何らかの他のDSRC対応デバイス)を提供するように動作可能である。幾つかの実施形態では、DSRC準拠GPSユニットは、屋外にいる68%の時間、実際位置の1.5m以内でそれ自体の二次元位置を特定、モニタ、追跡するように動作可能である。

【0074】

従来のGPSユニットは、従来のGPSユニット実際位置の ± 10 mの精度で従来のGPSユニットの位置を記述する位置情報を提供する。それと比較して、DSRC準拠GPSユニットは、DSRC準拠GPSユニットの実際位置の ± 1.5 mの精度でDSRC準拠GPSユニットの位置を記述するGPSデータを提供する。例えば、道路の車線は一般に約3m幅であり、 ± 1.5 mという精度は、車両が道路のどの車線を走行中であることを識別するのに十分であるため、この精度は「車線レベル精度」と呼ばれる。近代車両の先進運転支援システム(ADAS)により提供される幾つかの安全または自律運転アプリケーションでは、車線レベル精度で車両の地理的位置を記述する位置情報を必要とする。加えて、DSRCの現在規格では、車両の地理的位置が車線レベル精度で記述されることが要求される。

40

【0075】

50

本明細書で使用される場合、「地理的ロケーション」、「ロケーション」、「地理的位置」、および「位置」という用語は、コネクティッド車両 1 2 1 等の物体の緯度および経度を指す。本明細書に記載される一例の実施形態は、車両の実際の地理的位置に関連して少なくとも ± 1 . 5 m の精度で車両の地理的位置を記述する位置情報を提供する。したがって、本明細書に記載される一例の実施形態は、車線レベル精度以上で車両の地理的位置を記述することが可能である。

【 0 0 7 6 】

コネクティッド車両 1 2 1 および要求者 1 4 1 は、同じまたは同様の要素を含みうる。コネクティッド車両 1 2 1 および要求者 1 4 1 は、接続または関連性を共有しうる。例えば、コネクティッド車両 1 2 1 および要求者 1 4 1 はそれぞれ、これらの車両が「コネクティッド車両」であるような通信ユニットを含み、ここで、通信ユニットは、対応する車両がネットワーク 1 0 5 を介して動作環境 1 3 0 の他のエンティティと通信できるようにするのに必要な任意のハードウェアおよびソフトウェアを含む。

10

【 0 0 7 7 】

コネクティッド車両 1 2 1 および要求者 1 4 1 は、任意のタイプの車両でありうる。コネクティッド車両 1 2 1 および要求者 1 4 1 は、互いに対して同じタイプの車両であることができ、または互いに対して異なるタイプの車両であることができる。例えば、コネクティッド車両 1 2 1 および要求者 1 4 1 のいずれか一方は、乗用車、トラック、SUV、バス、トラックトレーラー、ドローン、または任意の他の道路ベースの乗物のうちの 1 つを含みうる。

20

【 0 0 7 8 】

幾つかの実施形態では、コネクティッド車両 1 2 1 および要求者 1 4 1 の 1 つ以上は、自律車両または半自律車両を含みうる。例えば、コネクティッド車両 1 2 1 および要求者 1 4 1 の 1 つ以上は、1 つ以上のADASシステムを含みうる。1 つ以上のADASシステムは、自律機能を提供する機能の幾つかまたは全てを提供しうる。

【 0 0 7 9 】

図 1 D を参照して、幾つかの実施形態によるプレーンクライアント 1 9 9 の別の動作環境 1 5 0 を示す。幾つかの状況では、車両マイクロクラウド 1 1 0 間の V 2 X 通信は、制御プレーン 1 5 1 およびデータプレーン 1 5 3 に分割することができる。

【 0 0 8 0 】

制御プレーン 1 5 1 は、車両マイクロクラウド 1 0 2 の車両マイクロクラウド 1 1 0 間および車両マイクロクラウド 1 1 0 のメンバ車両間の分散 V 2 X 通信の制御タイプの処理に使用される。例えば、車両マイクロクラウド 1 1 0 の CP ノード 1 1 2 は、制御プレーン 1 5 1 を介して互いと通信して、車両マイクロクラウド 1 1 0 間でのデータコンテンツの転送方法を調整することができる。更なる例では、車両マイクロクラウド 1 1 0 の CP ノード 1 1 2 は、制御プレーン 1 5 1 を介して互いと通信して、データプレーン 1 5 3 を介して車両マイクロクラウド 1 1 0 間でデータコンテンツを転送する方法を決定することができる。なお、決定の内容は、データコンテンツを提供するターゲットコンテンツプロバイダ、データ要求をターゲットコンテンツプロバイダに転送する要求転送経路、およびデータコンテンツをターゲットコンテンツプロバイダから要求者に転送するデータ転送経路等を含むが、これらに限定されない。

30

【 0 0 8 1 】

データプレーン 1 5 3 は、車両マイクロクラウド 1 0 2 の車両マイクロクラウド 1 1 0 間および車両マイクロクラウド 1 1 0 のメンバ車両間の分散 V 2 X 通信のデータ送達タイプの処理に使用される。例えば、データコンテンツは、制御プレーン 1 5 1 での決定に従って、データプレーン 1 5 3 を介して車両マイクロクラウド 1 1 0 の CP ノード 1 1 2 間で転送することができる。更なる例では、データ要求は、制御プレーン 1 5 1 で決定された要求転送経路に従って、制御メッセージとして制御プレーン 1 5 1 を介してターゲットコンテンツプロバイダに転送することができ、データコンテンツは、制御プレーン 1 5 1 で決定されたデータ転送経路に従って、データメッセージとしてデータプレーン 1 5 3 を介し

40

50

て要求者に転送することができる。

【0082】

データプレーン153により提供される機能例には、制御プレーン151での決定に従ってV2Xネットワーク（例えば、V2Vネットワーク）を介してデータコンテンツを転送することができる。例えば、車両マイクロクラウド110のCPノード112は、車両マイクロクラウド110の1つ以上のマイクロクラウドメンバに、データコンテンツを宛先車両マイクロクラウド110のロケーションに送信するように指示する。データコンテンツは、V2Xネットワーク（例えば、マルチホップV2Vネットワーク）を介してジオキャストルーティングプロトコルにより転送される。

【0083】

制御プレーン151およびデータプレーン153は両方とも、V2Xネットワークで展開することができる。例えば、制御プレーン151およびデータプレーン153は両方とも、V2Vネットワークで展開される。任意選択的に、車ネットワーク間（V2N）通信（例えば、セルラネットワーク）により制御プレーン151を利用可能にすることも可能である。

【0084】

再び制御プレーン151を参照すると、幾つかの実施形態では、制御プレーン151は、車両マイクロクラウド110間でデータコンテンツを効率的に送信するのに使用される。例えば、車両マイクロクラウド102を構成する車両マイクロクラウド（または車両マイクロクラウド110のCPノード112）は、制御プレーン151を介して互いとステータス（例えば、ステータスデータ）を交換する。車両マイクロクラウド110のステータスデータは、車両マイクロクラウド110間でデータコンテンツを転送する方法を知的に決定するのに利用される。車両マイクロクラウド110（または車両マイクロクラウド110のCPノード112）は、制御プレーン151を介して互いに調整し、車両マイクロクラウド110間でのデータコンテンツの効率的な送信を促進する。

【0085】

制御プレーン151により提供される機能の非限定的な例として、データ要求をターゲットコンテンツプロバイダに転送すること、要求者からのデータ要求の受信に応答して、ターゲットコンテンツプロバイダの知的選択を行うこと、他の車両マイクロクラウド110からのデータプリフェッチを実行すること、車両マイクロクラウド110間でデータ複製を実行すること、および車両マイクロクラウド110間で協働データ回復を実行すること等がある。

【0086】

例えば、制御プレーン151を介して交換されたステータスデータに基づいて、データ要求を要求者から受信した車両マイクロクラウド110のCPノード112は、ターゲットコンテンツプロバイダ（例えば、最も適した車両マイクロクラウド110）を識別することができる。ターゲットコンテンツプロバイダから、車両マイクロクラウド110のCPノード112は、要求者のデータコンテンツを要求する。このようにして、データ要求の応答時間を短縮することができる。ターゲットコンテンツプロバイダの選択については、図1Eを参照して更に後述する。

【0087】

例えば、データプリフェッチの実行に関して、車両マイクロクラウド110のCPノード112は、データ要求を受信する前、1つ以上の他の車両マイクロクラウド110から人気のあるデータコンテンツ（例えば、人気のあるデータコンテンツの最新バージョン）をプリフェッチし、その人気のあるデータコンテンツを車両マイクロクラウド110のメモリに記憶する。このようにして、任意の人気のあるデータコンテンツへのデータ要求を要求者から受信した場合、車両マイクロクラウド110のCPノード112は、データ要求に応答して、要求された人気のあるデータコンテンツを要求者に直接送信しうる。このように、車両マイクロクラウド110のCPノード112自体が、要求された人気のあるデータコンテンツの最も適したコンテンツプロバイダであるため、別のターゲットコンテン

10

20

30

40

50

ツプロバイダを選択する必要がない。したがって、データ要求に対する応答時間は短縮される。

【0088】

例えば、車両マイクロクラウド間でデータの複製を実行することに関して、車両マイクロクラウド110内の車両数が特定の閾値を下回る場合、車両マイクロクラウド110のCPノード112は、バックアップとしてデータコンテンツを近傍の車両マイクロクラウド110に複製することができる。このようにして、データコンテンツの可用性は改善する。

【0089】

例えば、車両マイクロクラウド110間で協働データ回復を実行することに関して、データコンテンツの一部分が車両マイクロクラウド110から失われた場合、車両マイクロクラウド110のCPノード112は、近傍の車両マイクロクラウドからそのデータコンテンツの一部分を取得して、データコンテンツを回復する。このようにして、データコンテンツの可用性は改善する。

10

【0090】

各車両マイクロクラウド110は、制御プレーン151上のノード(CPノード112と呼ばれる)に対応する。CPノード112は仮想エンティティであることができ、その機能は、車両マイクロクラウド110のメンバリーダまたは協働的に複数のメンバ車両のいずれかにより提供される。例えば、車両マイクロクラウド110の1台のメンバ車両は、車両マイクロクラウド110のCPノード112として機能することができる。代替的には、協働して機能して、CPノード112の機能を提供する車両マイクロクラウド110の複数のメンバ車両は、協働してCPノード112として機能することができる。

20

【0091】

幾つかの実施形態では、CPノード112は、車両マイクロクラウド110に保持されたデータコンテンツのリストと、車両マイクロクラウド110で利用可能な計算リソース量とを保持する。CPノード112は、車両マイクロクラウド110のステータスを記述するステータスデータを定期的に生成する。ステータスデータは、車両マイクロクラウド110の地理的ロケーション、車両マイクロクラウド110により記憶されたデータコンテンツのリスト、車両マイクロクラウド110で利用可能な計算リソース量、車両マイクロクラウド110が満たす必要があるデータ送達への1つ以上の要求、車両マイクロクラウド110が満たす必要があるデータ複製への1つ以上の要求、および車両マイクロクラウド110が満たす必要があるデータ回復への1つ以上の要求等、のうちの1つ以上を含む。

30

【0092】

CPノード112は、他の車両マイクロクラウド110の他のCPノード112とステータスデータを定期的に交換する。制御プレーン151がV2Xネットワーク(例えば、V2Vネットワーク)に展開されることに応答して、CPノード112はまた、ステータスデータを交換しながら、他のCPノード112とのV2X通信(例えば、V2V通信)の待ち時間およびパケット送達比率も測定する。

【0093】

図1Dに示される例では、CPノード112A、112B、および112Cを有する3つの車両マイクロクラウド110A、110B、および110Cはそれぞれ、車両マイクロクラウド102において示されている。各車両マイクロクラウド110A、110B、および110Cは複数のメンバ車両を含む。

40

【0094】

データプレーン153のレベルでは、データコンテンツが異なる車両マイクロクラウド間で転送される。例えば、データBは車両マイクロクラウド110Bと車両マイクロクラウド110Cとの間で通信され、それにより、車両マイクロクラウド110Bおよび車両マイクロクラウド110Cは両方とも、データBのコピーを対応するCPノード112Bおよび112Cにそれぞれ記憶する。別の例では、データDは、車両マイクロクラウド110Bを介して車両マイクロクラウド110Aに転送され、それにより、車両マイクロクラ

50

ウド 1 1 0 A はデータ D のコピーを対応する C P ノード 1 1 2 A に記憶する。

【 0 0 9 5 】

制御プレーン 1 5 1 のレベルでは、ステータスデータが、C P ノード 1 1 2 A、1 1 2 B、および 1 1 2 C 等の異なる C P ノード間で交換される。C P ノード 1 1 2 A は、データ A およびデータ D を含む車両マイクロクラウド 1 1 0 A のコンテンツリストを含む。C P ノード 1 1 2 B は、データ B およびデータ E を含む車両マイクロクラウド 1 1 0 B のコンテンツリストを含む。C P ノード 1 1 2 C は、データ A、データ B、およびデータ C を含む車両マイクロクラウド 1 1 0 C のコンテンツリストを含む。

【 0 0 9 6 】

図 1 E を参照して、幾つかの実施形態によるデータ要求の一例のフロープロセス 1 6 0 を示す。要求者 1 4 1 は、データコンテンツの一部分を必要とする場合、データ要求を付近の車両マイクロクラウドに送信することができる。ここでは、付近の車両マイクロクラウドが、車両マイクロクラウド 1 1 0 B であると仮定する。制御プレーン 1 5 1 のレベルにおいて、車両マイクロクラウド 1 1 0 B の C P ノード 1 1 2 B は、そのデータコンテンツの一部分が車両マイクロクラウド 1 1 0 B で利用可能であるか否かを判断する。

10

【 0 0 9 7 】

データコンテンツの一部分が車両マイクロクラウド 1 1 0 B において利用可能である（例えば、このデータコンテンツの一部分が車両マイクロクラウド 1 1 0 B のコンテンツリストに存在する）ことに応答して、C P ノード 1 1 2 B は、このデータコンテンツの一部分を含む V 2 X 無線メッセージを構築し、V 2 X ネットワークを介して V 2 X 無線メッセージを要求者 1 4 1 に送信する。例えば、要求者 1 4 1 により要求されたデータコンテンツの一部分がデータ E であると仮定する。この場合、C P ノード 1 1 2 B は、要求者 1 4 1 に直接応答して、V 2 X ネットワークを介してデータ E を含む V 2 X 無線メッセージを要求者 1 4 1 に送信する。

20

【 0 0 9 8 】

データコンテンツの一部分が車両マイクロクラウド 1 1 0 B で利用可能ではない（このデータコンテンツの一部分が車両マイクロクラウド 1 1 0 B のコンテンツリストに存在しない）場合、C P ノード 1 1 2 B は、リソースデータから、「1 つ以上の他の車両マイクロクラウドの 1 つ以上のステータスを記述する 1 つ以上のステータスデータ構造」、「待ち時間データ」、および「パケットデータ」のうちの 1 つ以上を検索する。C P ノード 1 1 2 B は、1 つ以上のステータスデータ構造、待ち時間データ、およびパケットデータの 1 つ以上に基づいて、ターゲットコンテンツプロバイダを決定する。

30

【 0 0 9 9 】

幾つかの実施形態では、ターゲットコンテンツプロバイダは、このデータコンテンツの一部分を他の車両マイクロクラウド 1 1 0 の記憶装置に記憶する別の車両マイクロクラウド 1 1 0 の C P ノード 1 1 2 である。幾つかの実施形態では、ターゲットコンテンツプロバイダは、（ 1 ）各候補車両マイクロクラウドへの距離（距離が短いほど良好）、（ 2 ）各候補車両マイクロクラウドへの平均 V 2 X（例えば、V 2 V）通信待ち時間（待ち時間が短いほど良好）、（ 3 ）各候補車両マイクロクラウドへのまたは各候補車両マイクロクラウドへのパケット送達比率（パケット送達比率が高いほど良好）、および（ 4 ）それらの任意の組合せの 1 つ以上に基づいて決定することができる。この例では、候補車両マイクロクラウドは、ターゲットコンテンツプロバイダの候補であることができる別の車両マイクロクラウドである。

40

【 0 1 0 0 】

ここで、図 1 E では、車両マイクロクラウド 1 1 0 A の C P ノード 1 1 2 A がターゲットコンテンツプロバイダとして決定される。C P ノード 1 1 2 A は、以下のうちの 1 つ以上を満たす。

（ 1 ）C P ノード 1 1 2 A は、要求されたデータコンテンツの一部分のコピーを記憶している。

（ 2 ）C P ノード 1 1 2 A は、車両マイクロクラウド内の 1 つ以上の他の車両マイクロクラ

50

ウド 1 1 0 の 1 つ以上の他の C P ノード 1 1 2 と比較して、C P ノード 1 1 2 B に対して最小距離を有する。

(3) C P ノード 1 1 2 A は、1 つ以上の他の C P ノード 1 1 2 と比較して、C P ノード 1 1 2 B に対して最小待ち時間を有する。

(4) C P ノード 1 1 2 A は、1 つ以上の他の C P ノード 1 1 2 と比較して、C P ノード 1 1 2 B に対して最高パケット送達比率を有する。および

(5) これらの任意の組合せ

【 0 1 0 1 】

制御プレーン 1 5 1 のレベルにおいて、C P ノード 1 1 2 B は、ターゲットコンテンツプロバイダにデータ要求を転送する要求転送経路を決定し、要求転送経路に従って、データ要求をターゲットコンテンツプロバイダ (例えば、C P ノード 1 1 2 A) に転送する。例えば、要求転送経路は、V 2 X ネットワーク上のホップ数が最小の経路、V 2 X ネットワーク上の待ち時間が最小の経路、V 2 X ネットワーク上の距離が最小の経路、またはパケット送達比率が最高の経路でありうる。要求転送経路の他の例も可能である。

【 0 1 0 2 】

幾つかの実施形態では、制御プレーン 1 5 1 のレベルにおいて、C P ノード 1 1 2 B はまた、ターゲットコンテンツプロバイダ (例えば、C P ノード 1 1 2 A) が、データコンテンツの一部分を要求者 1 4 1 に転送するデータ転送経路も決定する。データ転送経路は、要求者 1 4 1 がデータコンテンツの一部分を受信したい車両マイクロクラウド 1 1 0 に、そのデータコンテンツの一部分を転送する経路であることができる。例えば、データ転送経路は、V 2 X ネットワーク上のホップ数が最小の経路、V 2 X ネットワーク上の待ち時間が最小の経路、V 2 X ネットワーク上の距離が最小の経路、またはパケット送達比率が最高の経路でありうる。データ転送経路は、要求転送経路と同一であってもよく、重複してもよく、または完全に異なってもよい。

【 0 1 0 3 】

代替的には、制御プレーン 1 5 1 のレベルにおいて、データ転送経路はターゲットコンテンツプロバイダ自体 (例えば、C P ノード 1 1 2 A) により決定することができる。

【 0 1 0 4 】

次に、制御プレーン 1 5 1 のレベルにおいて、C P ノード 1 1 2 B はデータ要求を C P ノード 1 1 2 A に転送する。データ要求の受信に応答して、C P ノード 1 1 2 A は、データコンテンツの一部分が車両マイクロクラウド 1 1 0 A において利用可能であると判断し、そのデータコンテンツの一部分を含む V 2 X 無線メッセージを生成する。データプレーン 1 5 3 のレベルにおいて、C P ノード 1 1 2 A は、V 2 X 無線メッセージをデータ転送経路に沿って要求者 1 4 1 に転送する。図 1 E を参照して、要求されたデータコンテンツの一部分がデータ D であると仮定し、C P ノード 1 1 2 A はデータ D をデータ転送経路 1 6 2 に沿って車両マイクロクラウド 1 1 0 B を介して要求者 1 4 1 に転送する。

【 0 1 0 5 】

(コンピュータシステム例)

これより図 2 を参照して、幾つかの実施形態による、プレーンクライアント 1 9 9 を含む一例のコンピュータシステム 2 0 0 を示すブロック図を示す。幾つかの実施形態では、コンピュータシステム 2 0 0 は、図 3 ~ 図 4 C を参照して後述する方法 3 0 0 および 4 0 0 の 1 つ以上のステップを実行するようにプログラムされる専用コンピュータシステムを含むうる。

【 0 1 0 6 】

簡潔にするためかつ図 2 の説明の便宜上、車両マイクロクラウド 1 0 2 が複数の車両マイクロクラウド 1 1 0 を含み、図 2 のプレーンクライアント 1 9 9 が車両マイクロクラウド 1 0 2 内の第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 の第 1 の C P ノード 1 1 2 にインストールされていると仮定する。

【 0 1 0 7 】

幾つかの実施形態では、第 1 の C P ノード 1 1 2 は少なくとも 1 台のコネクティッド車両

10

20

30

40

50

121を含む。コンピュータシステム200は、コネクティッド車両121の車載コンピュータである。幾つかの実施形態では、コンピュータシステム200は、コネクティッド車両121の車載ユニットである。幾つかの実施形態では、コンピュータシステム200は、電子制御ユニット(ECU)、コネクティッド車両121のヘッドユニットまたは何らかの他のプロセッサベースの計算デバイスである。

【0108】

コンピュータシステム200は、幾つかの例により、プレーンクライアント199、プロセッサ225、メモリ127、通信ユニット245、GPSユニット238、および記憶装置241のうちの1つ以上を含みうる。コンピュータシステム200の構成要素は、バス220により通信可能に結合される。

10

【0109】

示される実施形態では、プロセッサ225は、信号線237を介してバス220に通信可能に結合される。通信ユニット245は、信号線246を介してバス220に通信可能に結合される。GPSユニット238は、信号線230を介してバス220に通信可能に結合される。記憶装置241は、信号線242を介してバス220に通信可能に結合される。メモリ127は、信号線244を介してバス220に通信可能に結合される。

【0110】

メモリ127については図1Cを参照して上述しており、したがって、同様の説明をここで繰り返さない。メモリ127は、図1A~図1Eを参照して上述した任意のデータを記憶しうる。メモリ127は、コンピュータシステム200が機能を提供するために必要な任意のデータを記憶しうる。

20

【0111】

プロセッサ225は、算術論理ユニット、マイクロプロセッサ、汎用コントローラ、または計算を実行し、電子表示信号をディスプレイ装置に提供する何らかの他のプロセッサアレイを含む。プロセッサ225はデータ信号を処理し、複雑命令セットコンピュータ(CISC)アーキテクチャ、縮小命令セットコンピュータ(RISC)アーキテクチャ、または命令セットの組合せを実施するアーキテクチャを含めて様々な計算アーキテクチャを含みうる。コンピュータシステム200は1つ以上のプロセッサ225を含みうる。他のプロセッサ、オペレーティングシステム、センサ、ディスプレイ、および物理的構成も可能でありうる。

30

【0112】

通信ユニット245は、ネットワーク105または別の通信チャネルとデータをやりとりする。幾つかの実施形態では、通信ユニット245は、DSRC送受信機、DSRC受信機、およびコネクティッド車両121をDSRC対応デバイスにするために必要な他のハードウェアまたはソフトウェアを含みうる。例えば、通信ユニット245は、ネットワークを介してDSRCメッセージをブロードキャストするように構成されたDSRCアンテナを含む。DSRCアンテナはまた、BSMメッセージをユーザ構成可能な一定間隔(例えば、0.1秒毎、1.6Hzから10Hzの周波数範囲に対応する時間間隔等)で送信することもできる。

【0113】

幾つかの実施形態では、通信ユニット245は、ネットワーク105または別の通信チャネルに直接、物理的に接続するためのポートを含む。例えば、通信ユニット245は、USB、SD、CAT-5、またはネットワーク105との有線通信用の同様のポートを含む。幾つかの実施形態では、通信ユニット245は、IEEE802.11; IEEE802.16; BLUETOOTH(登録商標); EN ISO14906:2004電子料金収受-アプリケーションインターフェースEN11253:2004狭域通信-5.8GHzにおいてマイクロ波を使用する物理層(レビュー); EN12795:2002狭域通信(DSRC)-DSRCデータリンク層:媒体アクセスおよび論理リンク制御(レビュー); EN12834; 2002狭域通信-アプリケーション層(レビュー); EN13372:2004狭域通信(DSRC)-RTTアプリケーションのDSRCプ

40

50

ロファイル（レビュー）；2014年8月28日付けで出願された「Full-Duplex Coordination System」と題する米国特許出願第14/471,387号明細書に記載される通信方法；または別の適した無線通信方法を含めて1つ以上の無線通信方法を使用してネットワーク105または他の通信チャネルとデータを交換するための無線送受信機を含む。

【0114】

幾つかの実施形態では、通信ユニット245は、ショートメッセージングサービス（SMS）、マルチメディアメッセージングサービス（MMS）、ハイパーテキスト転送プロトコル（HTTP）、直接データ接続、WAP、電子メール、または別の適したタイプの電子通信を含めてセルラ通信ネットワークを介してデータを送受信するセルラ通信送受信機を含む。幾つかの実施形態では、通信ユニット245は有線ポートおよび無線送受信機を含む。通信ユニット245は、TCP/IP、HTTP、HTTPS、およびSMTP、ミリメートル波、DSRC等を含めた標準ネットワークプロトコルを使用してファイルまたはメディアオブジェクトを配信する、ネットワーク105への他の従来の接続も提供する。

10

【0115】

幾つかの実施形態では、GPSユニット238はコネクティッド車両121の従来のGPSユニットである。例えば、GPSユニット238は、GPS衛星と無線通信して、コネクティッド車両121の地理的ロケーションを記述するデータを検索するハードウェアを含みうる。例えば、GPSユニット238は、1つ以上のGPS衛星からGPSデータを検索する。幾つかの実施形態では、GPSユニット238は、コネクティッド車両121の地理的ロケーションを車線レベル精度で記述するGPSデータを提供するように動作可能な、コネクティッド車両121のDSRC準拠GPSユニットである。

20

【0116】

記憶装置241は、本明細書に記載される機能を提供するためにデータを記憶する非一時的記憶媒体であることができる。記憶装置241は、ダイナミックランダムアクセスメモリ（DRAM）デバイス、スタティックランダムアクセスメモリ（SRAM）デバイス、フラッシュメモリ、または何らかの他のメモリデバイスでありうる。幾つかの実施形態では、記憶装置241は、ハードディスクドライブ、フロッピーディスクドライブ、CD-ROMデバイス、DVD-ROMデバイス、DVD-RAMデバイス、DVD-RWデバイス、フラッシュメモリデバイス、または情報をより永続的に記憶する何らかの他の大容量記憶装置を含めて不揮発性メモリまたは同様の永続的記憶装置および媒体も含む。

30

【0117】

図2に示される図示の実施形態では、プレーンクライアント199は、通信モジュール202、プレーン確立モジュール204、ステータスモジュール206、要求処理モジュール208、機械学習モジュール210、および動作モジュール212を含む。プレーンクライアント199のこれらの構成要素は、バス220を介して互いに通信可能に結合される。幾つかの実施形態では、プレーンクライアント199の構成要素は1つのデバイスに記憶することができる。幾つかの他の実施形態では、プレーンクライアント199の構成要素は、複数のデバイスに分散し、記憶することができる。例えば、プレーンクライアント199の構成要素の幾つかは、要求者141およびコネクティッド車両121にわたり分散しうる。

40

【0118】

通信モジュール202は、プレーンクライアント199とコンピュータシステム200の他の構成要素との間の通信を処理するルーチンを含むソフトウェアであることができる。幾つかの実施形態では、通信モジュール202は、コンピュータシステム200のメモリ127に記憶することができ、プロセッサ225によりアクセス可能かつ実行可能であることができる。通信モジュール202は、信号線222を介してプロセッサ225およびコンピュータシステム200の他の構成要素と協働し通信するように構成しうる。

【0119】

50

通信モジュール 202 は、通信ユニット 245 を介して動作環境 130 または 150 の 1 つ以上の要素とデータを送受信する。例えば、通信モジュール 202 は、通信ユニット 245 を介して、ステータスデータ、1 つ以上のデータ要求、およびデータコンテンツのうちの 1 つ以上を受信または送信する。通信モジュール 202 は、通信ユニット 245 を介して図 1 A ~ 図 1 E を参照して上述した任意のデータまたはメッセージを送信または受信しうる。

【0120】

幾つかの実施形態では、通信モジュール 202 は、データをブレンククライアント 199 の構成要素から受信し、データを記憶装置 241 およびメモリ 127 の 1 つ以上に記憶する。例えば、通信モジュール 202 は、通信ユニット 245 から、メモリ 127 を参照して上述したデータを受信し（ネットワーク 105、DSRC メッセージ、BSM、DSRC プロブ、全二重無線メッセージ等を介して）、このデータをメモリ 127 に（またはコンピュータシステム 200 のバッファとして機能しうる記憶装置 241 に一時的に）記憶する。

10

【0121】

幾つかの実施形態では、通信モジュール 202 は、ブレンククライアント 199 の構成要素間の通信を処理しうる。例えば、通信モジュール 202 は、ブレン確立モジュール 204、ステータスモジュール 206、要求処理モジュール 208、機械学習モジュール 210、および動作モジュール 212 の間の通信を処理しうる。これらの任意のモジュールは、通信モジュール 202 に、（通信ユニット 245 を介して）コンピュータシステム 200 または動作環境 130 若しくは 150 の他の要素と通信させうる。

20

【0122】

ブレン確立モジュール 204 は、車両マクロクラウド 102 内の車両マイクロクラウド 110 間で制御ブレンおよびデータブレンの 1 つ以上を確立するルーチンを含むソフトウェアであることができる。幾つかの実施形態では、ブレン確立モジュール 204 は、コンピュータシステム 200 のメモリ 127 に記憶することができ、プロセッサ 225 によりアクセス可能かつ実行可能であることができる。ブレン確立モジュール 204 は、信号線 224 を介してプロセッサ 225 およびコンピュータシステム 200 の他の構成要素と協働し通信するように構成しうる。

【0123】

幾つかの実施形態では、ブレンククライアント 199 のブレン確立モジュール 204（第 1 の車両マイクロクラウド 110 の第 1 の CP ノード 112 にインストールされる）は、1 つ以上の他の車両マイクロクラウド 110 の 1 つ以上の他の CP ノード 112 と協働して、車両マクロクラウド 102 の制御ブレンおよびデータブレンを確立するように動作可能である。例えば、制御ブレンは、分散制御ブレンであり、少なくとも、第 1 の車両マイクロクラウド 110 の第 1 の CP ノード 112 および 1 つ以上の他の車両マイクロクラウド 110 の 1 つ以上の他の CP ノード 112 を含む。制御ブレンおよびデータブレンについては図 1 D および図 1 E を参照して上述しており、同様の説明をここで繰り返さない。

30

【0124】

ステータスモジュール 206 は、プロセッサ 225 により実行された場合に、プロセッサ 225 に第 1 の車両マイクロクラウド 110 の第 1 の CP ノード 112 のステータスデータおよびリソースデータを生成させるルーチンを含むソフトウェアであることができる。幾つかの実施形態では、ステータスモジュール 206 は、コンピュータシステム 200 のメモリ 127 に記憶される命令セットであることができ、プロセッサ 225 によりアクセス可能かつ実行可能であることができる。ステータスモジュール 206 は、信号線 249 を介してプロセッサ 225 およびコンピュータシステム 200 の他の構成要素と協働し通信するように構成しうる。

40

【0125】

幾つかの実施形態では、ステータスモジュール 206 は、第 1 の車両マイクロクラウド 1

50

10のステータスを記述する第1のステータスデータを生成するように動作可能である。ステータスモジュール206は、制御プレーンを適用して、車両マイクロクラウド102において、第1のステータスデータを1つ以上の他の車両マイクロクラウド110の1つ以上の他のCPノード112に送信し、1つ以上の他のCPノード112から1つ以上の他の車両マイクロクラウド110の1つ以上のステータスを記述する1つ以上の組のステータスデータをそれぞれ受信することを含むステータスデータ交換を実行する。

【0126】

例えば、第1のステータスデータは、

- ・第1の車両マイクロクラウド110の地理的ロケーション
- ・第1の車両マイクロクラウド110により記憶されたデータファイルのリストを記述するコンテンツリストおよび各データファイルにより記述される情報
- ・第1の車両マイクロクラウド110において利用可能な1つ以上の計算リソース
- ・第1の車両マイクロクラウド110が満たす必要があるデータ送達への1つ以上の要求
- ・第1の車両マイクロクラウド110が満たす必要があるデータ複製への1つ以上の要求
- 、および
- ・第1の車両マイクロクラウド110が満たす必要があるデータ回復への1つ以上の要求のうち1つ以上を記述するデータを含む。

【0127】

ステータスデータの1つ以上の他の組の各組は、第1のステータスデータと同様のデジタルデータを含みえ、同様の説明をここで繰り返さない。

【0128】

ステータスモジュール206は、1つ以上の他のCPノード112と協働して、定期的に車両マイクロクラウド102の1つ以上の他のCPノード112とステータスデータを交換する。制御プレーンは、ステータスデータのこの交換に使用される。基本安全メッセージ(BSMメッセージ)等のDSRCメッセージを使用して、ステータスデータを様々なCPノード112間に分散しうる。既存の解決策では、車両マイクロクラウド間で同様のステータスデータを共有することはなく、まして、例えばデータプレーンから独立した制御プレーンを使用して、車両マイクロクラウド間でそのようなステータスデータを共有することは殆どない。

【0129】

ステータスデータ交換プロセスを実行している間、ステータスモジュール206は、(1)第1のCPノード112と1つ以上の他のCPノード112との間のデータ送達の1つ以上の待ち時間値を記述する待ち時間データ、および(2)第1のCPノード112と1つ以上の他のCPノード112との間の1つ以上のパケット送達比率を記述するパケットデータを含むネットワークデータを測定する。

【0130】

次に、ステータスデータ交換プロセスを実行した後、ステータスモジュール206は、1つ以上の他のCPノード112からそれぞれ受信した1つ以上の組のステータスデータを含む(かつ編成する)1つ以上のステータスデータ構造を構築する。

【0131】

ステータスモジュール206は、第1の車両マイクロクラウド110の第1のステータスデータ、1つ以上の他の車両マイクロクラウド110に関連する1つ以上のステータスデータ構造、並びに待ち時間データおよびパケットデータを含むネットワークデータの1つ以上を含む第1の車両マイクロクラウド110のリソースデータを生成する。

【0132】

例えば、V2X(例えば、V2V)通信がステータスデータ交換プロセスに使用される場合、ステータスモジュール206は、ステータスデータ交換プロセスを実行する間、(a)待ち時間(すなわち、待ち時間データ)および(b)パケット送達比率(すなわち、「パケットデータ」)を測定する。次に、第1のCPノード112は潜在的に、集散的に「リソースデータ」と呼ばれる以下のデジタルデータを含む。

- (1) それ自体の第 1 のステータスデータ
- (2) 1 つ以上の他の C P ノード 1 1 2 のステータスデータを含む 1 つ以上のステータスデータ構造
- (3) ステータスデータを交換する間に測定された待ち時間データ、および
- (4) ステータスデータを交換する間に測定されたパケットデータ

【 0 1 3 3 】

要求処理モジュール 2 0 8 は、プロセッサ 2 2 5 により実行された場合に、プロセッサ 2 2 5 にデータ要求を処理させ、データ要求に関連する処理結果を記述する結果データを生成させるルーチンを含むソフトウェアであることができる。幾つかの実施形態では、要求処理モジュール 2 0 8 は、コンピュータシステム 2 0 0 のメモリ 1 2 7 に記憶される命令セットであることができ、プロセッサ 2 2 5 によりアクセス可能かつ実行可能であることができる。要求処理モジュール 2 0 8 は、信号線 2 2 8 を介してプロセッサ 2 2 5 およびコンピュータシステム 2 0 0 の他の構成要素と協働し通信するように構成しうる。

10

【 0 1 3 4 】

幾つかの実施形態では、要求処理モジュール 2 0 8 は、V 2 X ネットワークを介して要求者からデータ要求を受信し、制御プレーンを使用してデータ要求を分析して、データ要求により要求されたデータコンテンツを提供するターゲットコンテンツプロバイダを選択するように動作可能である。例えば、要求処理モジュール 2 0 8 は、第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 の第 1 のステータスデータからコンテンツリストを検索し、コンテンツリストに基づいて、データ要求により要求されたデータコンテンツが第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 により記憶されているか否かを判断する。

20

【 0 1 3 5 】

データコンテンツが第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 により記憶されている場合、第 1 の C P ノード 1 1 2 の要求処理モジュール 2 0 8 は、ペイロードとして要求されたデータコンテンツを含む V 2 X 無線メッセージでデータ要求に応える。要求処理モジュール 2 0 8 は、通信ユニット 2 4 5 を介して V 2 X 無線メッセージを要求者に送信する。この場合、第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 の第 1 の C P ノード 1 1 2 はターゲットコンテンツプロバイダである。

【 0 1 3 6 】

データ要求により要求されたデータコンテンツが第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 により記憶されていないことに応答して、要求処理モジュール 2 0 8 は、第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 のリソースデータを分析して、要求されたデータコンテンツを提供するターゲットコンテンツプロバイダを決定する。幾つかの実施形態では、要求処理モジュール 2 0 8 はまた、第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 のリソースデータを分析して、(1) データ要求をターゲットコンテンツプロバイダに転送する要求転送経路および (2) データコンテンツをターゲットコンテンツプロバイダから要求者に転送するデータ転送経路の 1 つ以上も決定する。ターゲットコンテンツプロバイダ、要求転送経路、およびデータ転送経路の決定については図 1 D および図 1 E を参照して上述しており、同様の説明をここで繰り返さない。

30

【 0 1 3 7 】

次に、要求処理モジュール 2 0 8 は、データプレーンを使用してデータ要求を処理する。例えば、要求処理モジュール 2 0 8 は、制御プレーンによる決定に基づいてデータプレーンを使用してデータ要求を処理する。特に、要求処理モジュール 2 0 8 は、制御プレーンを使用して、V 2 X ネットワークを介して、制御メッセージとして要求者から受信したデータ要求をターゲットコンテンツプロバイダに転送する。例えば、要求処理モジュール 2 0 8 は、制御プレーンのレベルにおいて決定された要求転送経路に従ってデータ要求をターゲットコンテンツプロバイダに転送する。データ要求を受信すると、ターゲットコンテンツプロバイダは、データプレーンを使用してデータコンテンツを第 1 の C P ノード 1 1 2 に提供する。したがって、第 1 の C P ノード 1 1 2 の要求処理モジュール 2 0 8 は、データプレーンを使用して、データコンテンツをターゲットコンテンツプロバイダから受信

40

50

し、V2Xネットワークを介してデータコンテンツを要求者に転送する。例えば、ターゲットコンテンツプロバイダは、データ転送経路に従ってデータコンテンツを要求者に提供し、ここで、データ転送経路は、要求者がデータコンテンツを検索することができる中継ノードとして第1のCPノード112を含む。

【0138】

要求処理モジュール208は、データ要求の処理結果を記述する結果データを生成するように動作可能である。例えば、処理結果は、データ要求により要求されたデータコンテンツが第1の車両マイクロクラウド110により記憶されており、したがって、他の車両マイクロクラウド110からデータコンテンツを検索する必要がないことを示す。別の例では、処理結果は、データ要求により要求されたデータコンテンツが第1の車両マイクロクラウド110により記憶されておらず、したがって、データコンテンツが別の車両マイクロクラウド110から検索されることを示す。幾つかの実施形態では、処理結果は、データ要求を完了する応答時間、要求転送経路、データ転送経路、要求転送経路に沿ったホップ数、およびデータ転送経路に沿ったホップ数等のうちの1つ以上を含むこともできる。

【0139】

機械学習モジュール210は、プロセッサ225により実行された場合に、プロセッサ225にフィードバックデータを生成させ、フィードバックデータを分析させ、フィードバックデータの分析結果に基づいて第1のCPノード112の動作を変更させるルーチンを含むソフトウェアであることができる。幾つかの実施形態では、機械学習モジュール210は、コンピュータシステム200のメモリ127に記憶された命令セットであることができ、プロセッサ225によりアクセス可能かつ実行可能であることができる。機械学習モジュール210は、信号線250を介してプロセッサ225およびコンピュータシステム200の他の構成要素と協働し通信するように構成しうる。

【0140】

幾つかの実施形態では、機械学習モジュール210は、(1)データ要求の処理結果を記述する結果データ、(2)制御プレーンに関連する制御プレーンデータ、または(3)それらの組合せを含むフィードバックデータを生成する。幾つかの実施形態では、制御プレーンデータは、制御プレーンに関連する任意のデジタルデータを含むことができ、フィードバックデータに組み込まれる。例えば、制御プレーンデータは、1つ以上の車両マイクロクラウドの1つ以上のコンテンツリストを含む。別の例では、制御プレーンデータは、ステータスデータが制御プレーンを介して交換されるステータスデータ交換プロセスを記述するデータ(例えば、車両マイクロクラウド102の特定の部分または車両マイクロクラウド102全体にわたりステータスデータ交換プロセスを完了するのに必要な時間)を含む。フィードバックデータは、後述するように、機械学習モジュール210のトレーニングに使用することができる。

【0141】

幾つかの実施形態では、異なる車両マイクロクラウド110のCPノード112は、制御プレーンを介して、互いに各フィードバックデータを交換することができ、それにより、車両マイクロクラウド102におけるデータ管理の効率を更に改善することができる。この場合、個々の各CPノード112は、それ自体のフィードバックデータのみならず、他のCPノード112から受信する他のフィードバックデータも使用して、各機械学習モジュール210をトレーニングすることができ、それにより、種々のフィードバックデータをトレーニングプロセスで使用することができるため、トレーニング効率および機械学習モジュール210の性能を改善しうる。

【0142】

幾つかの実施形態では、機械学習モジュール210は、第1のCPノード112により処理されるデータ要求に関するデータ送達の待ち時間およびデータパケット損失の1つ以上を含む低減が達成されるように、フィードバックデータに基づいて第1のCPノード112の動作を変更するように動作可能である。より多くのフィードバックデータが生成されるにつれて、データ送達の待ち時間、データパケット損失、またはそれらの組合せの低減

10

20

30

40

50

を時間の経過に伴って改善することができる。

【 0 1 4 3 】

幾つかの実施形態では、機械学習モジュール 2 1 0 は、少なくとも、フィードバックデータを分析して、1つ以上のタイプの人気のあるデータコンテンツを決定し、通信ユニット 2 4 5 が第 1 の C P ノード 1 1 2 において1つ以上のタイプの人気のあるデータコンテンツをプリフェッチして記憶するように第 1 の C P ノード 1 1 2 の通信ユニット 2 4 5 の動作を変更することにより、フィードバックに基づいて第 1 の C P ノード 1 1 2 の動作を変更する。例えば、機械学習モジュール 2 1 0 は、特定のデータコンテンツが要求される頻度をモニタする（例えば、機械学習モジュール 2 1 0 は、特定のデータコンテンツへのデータ要求回数をカウントし、データ要求回数に基づいて特定のデータコンテンツの人気を決定する）。このようにして、機械学習モジュール 2 1 0 は、異なるデータコンテンツの人気をモニタし、最も人気のあるデータコンテンツ（例えば、最高要求頻度を有するデータコンテンツ）をプリフェッチする。この場合、任意の1つ以上のタイプの人気のあるデータコンテンツへのデータ要求の受信に応答して、第 1 の C P ノード 1 1 2 は、データ要求を他の車両マイクロクラウドに転送せずに、データ要求に直接応答することができ、それにより、データコンテンツを検索するために他の車両マイクロクラウドにデータ要求を転送する状況と比較して、データ要求に関するデータ送達の待ち時間およびデータパケット損失の低減を改善することができる。

10

【 0 1 4 4 】

幾つかの実施形態では、機械学習モジュール 2 1 0 は、少なくとも、通信ユニット 2 4 5 がフィードバックデータに基づいて第 1 の C P ノード 1 1 2 にデータコンテンツをキャッシュするように第 1 の C P ノード 1 1 2 の通信ユニット 2 4 5 の動作を変更することにより、フィードバックデータに基づいて第 1 の C P ノード 1 1 2 の動作を変更する。例えば、データコンテンツの一部分へのデータ要求回数が閾値を超えることを示すフィードバックデータに基いて、機械学習モジュール 2 1 0 は、通信ユニット 2 4 5 に、そのデータコンテンツの一部分を第 1 の C P ノード 1 1 2 にキャッシュするように指示する。この場合、そのデータコンテンツの一部分への追加のデータ要求の受信に基いて、第 1 の C P ノード 1 1 2 は、データ要求を他の車両マイクロクラウドに転送することなく、データ要求に直接応答することができ、したがって、データコンテンツの一部分を検索するためにデータ要求を他の車両マイクロクラウドに転送する状況と比較して、データ要求に関するデータ送達の待ち時間およびデータパケット損失の低減を改善することができる。

20

30

【 0 1 4 5 】

幾つかの例では、通信ユニット 2 4 5 の動作の変更は、動作するアクティブ V 2 X チャンネル数の変更（例えば、動作する V 2 X 送受信機の数またはアクティブ V 2 X 無線装置の数の変更）、アクティブ V 2 X チャンネルの動作周波数の変更、V 2 X アンテナに適用されるビーム形成方法の変更、および通信ユニット 2 4 5 の帯域幅割り振りの変更等の1つ以上を含む。例えば、他の車両マイクロクラウド 1 1 0 からプリフェッチすべき人気のあるデータコンテンツの量が閾値を超えることに基いて、機械学習モジュール 2 1 0 は、以下の動作の1つ以上を実行することができる。

- ・より多くの V 2 X チャンネルを人気のあるデータコンテンツの同時プリフェッチに使用することができるように、アクティブ V 2 X チャンネル数を増大させること
- ・より高い信号対雑音比で通信ユニット 2 4 5 において人気のあるデータコンテンツを受信することができるように V 2 X アンテナに適用されるビーム形成方法を変更すること、および
- ・人気のあるデータコンテンツをより高速で検索することができるように通信ユニット 2 4 5 により多くの帯域幅を割り振ること等

40

【 0 1 4 6 】

幾つかの実施形態では、機械学習モジュール 2 1 0 は、1つ以上の機械学習技法（例えば、ディープラーニング技法、ニューラルネットワーク等）を利用して、フィードバックデータを分析する。

50

【 0 1 4 7 】

幾つかの実施形態では、機械学習モジュール 2 1 0 は学習アルゴリズムを利用して、学習データベースがフィードバックデータのますます多くのインスタンス（本明細書では「ますます多くのフィードバックデータ」）を記憶するため、V 2 X ネットワークを介したデータ送達の待ち時間およびパケット損失比率を低減することができるようにフィードバックデータを学習データベースに構築する。例えば、機械学習モジュール 2 1 0 は、データ要求、データ要求を完了する応答時間、要求されたデータコンテンツ、およびフィードバックデータ等を含むように学習データベースの項目を構築することができる。ますます多くのフィードバックデータが受信されるにつれて、学習データベースのますます多くの項目を構築することができる。その場合、学習データベース内の項目は、フィードバックデータの分析に使用される 1 つ以上の機械学習技法をトレーニングするためのトレーニングデータとして使用することができる。

10

【 0 1 4 8 】

幾つかの実施形態では、機械学習モジュール 2 1 0 は学習アルゴリズムを利用し、フィードバックデータは、学習アルゴリズムへの入力として提供される。時間の経過に伴ってますます多くのフィードバックデータが受信されるにつれて、学習アルゴリズムはフィードバックを再帰的に分析し、受信したフィードバックデータに基づいて、時間の経過に伴って第 1 の C P ノード 1 1 2 の動作を改善する。例えば、第 1 の C P ノード 1 1 2 の機械学習モジュール 2 1 0 は、フィードバックデータの学習アルゴリズム分析に基づいて、どのデータコンテンツをプリフェッチする必要があるのかを予測し、予測されたデータコンテンツをプリフェッチさせるように通信ユニット 2 4 5（例えば、通信ユニット 2 4 5 の V 2 X アンテナ）の動作を変更する。この場合、第 1 の C P ノード 1 1 2 および通信ユニット 2 4 5（例えば、V 2 X アンテナ）の動作は改善される。

20

【 0 1 4 9 】

幾つかの実施形態では、フィードバックデータに基づいて、機械学習モジュール 2 1 0 は、データプリフェッチおよびデータキャッシュの実行にリソース（例えば、計算力、メモリ空間、帯域幅等）を割り振ることができるように、第 1 の C P ノード 1 1 2 のリソース割り振りスキーム（例えば、計算力割り振りスキーム、メモリ割り振りスキーム、または帯域幅割り振りスキーム等）を変更する。例えば、人気のないデータコンテンツを記憶しているメモリ空間を解放することができ、新しいメモリ空間を人気のあるデータコンテンツの記憶に割り振ることができる。ネットワーク帯域幅割り振りに関しては、何らかのデータコンテンツをプリフェッチする命令に応答して、機械学習モジュール 2 1 0 は V 2 X ネットワークの負荷をモニタし、帯域幅が V 2 X ネットワークにおいて利用可能である場合、データコンテンツをプリフェッチするように通信ユニット 2 4 5 の動作を変更する。V 2 X ネットワークの負荷が閾値を超える場合、機械学習モジュール 2 1 0 は、データプリフェッチに割り振られる帯域幅を低減するように通信ユニット 2 4 5 の動作を変更する。

30

【 0 1 5 0 】

動作モジュール 2 1 2 は、プロセッサ 2 2 5 により実行された場合に、プロセッサ 2 2 5 に第 1 の C P ノード 1 1 2 に対してデータ動作を実行させるルーチンを含むソフトウェアであることができる。幾つかの実施形態では、動作モジュール 2 1 2 は、コンピュータシステム 2 0 0 のメモリ 1 2 7 に記憶される命令セットであることができ、プロセッサ 2 2 5 によりアクセス可能かつ実行可能であることができる。動作モジュール 2 1 2 は、信号線 2 5 1 を介してプロセッサ 2 2 5 およびコンピュータシステム 2 0 0 の他の構成要素と協働し通信するように構成しうる。

40

【 0 1 5 1 】

幾つかの実施形態では、動作モジュール 2 1 2 は、第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 におけるデータ複製トリガーイベントをモニタするように動作可能である。データ複製トリガーイベントの発生に応答して、動作モジュール 2 1 2 は、車両マイクロクラウド 1 0 2 内の別の車両マイクロクラウド 1 1 0 に第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 のデータを複製する。例えば、データ複製トリガーイベントは、第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 内の

50

車両数が第 1 の閾値を下回ることおよび第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 において利用可能なデータ記憶リソース量が第 2 の閾値を下回ることの 1 つ以上を含む。

【 0 1 5 2 】

例えば、第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 において利用可能なデータ記憶リソース量が、短い時間期間（例えば、次の 3 0 分、1 時間等）で予め定義された閾値未満に下がると予期され、データコンテンツの一部分が限られた数の車両マイクロクラウドによってのみキャッシュされている場合、第 1 の C P ノード 1 1 2 の動作モジュール 2 1 2 は、データコンテンツの一部分をバックアップとして 1 つ以上の他の車両マイクロクラウド 1 1 0 に複製するように指示することができる。動作モジュール 2 1 2 は、制御プレーンを介して交換されたメタデータに基づいて、第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 がデータコンテンツの一部分をハンドオーバーする 1 つ以上の他の車両マイクロクラウド 1 1 0 を選択する。例えば、1 つ以上の他の車両マイクロクラウド 1 1 0 は、各候補車両マイクロクラウド 1 1 0 において利用可能なデータ記憶リソースおよび第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 から各候補車両マイクロクラウド 1 1 0 までの距離（例えば、第 1 の C P ノード 1 1 2 と各候補車両マイクロクラウド 1 1 0 の C P ノード 1 1 2 との間の距離）の 1 つ以上に基づいて決定される。例えば、最高量のデータ記憶リソースが利用可能であるか、または最短距離を有する候補車両マイクロクラウド 1 1 0 を、データ複製動作の実行に選択することができる。

10

【 0 1 5 3 】

幾つかの実施形態では、動作モジュール 2 1 2 は、1 組のデータコンテンツが第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 において失われ、その 1 組のデータコンテンツを車両マイクロクラウド 1 0 2 内の別の車両マイクロクラウド 1 1 0 から取得して、第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 においてその 1 組のデータコンテンツを回復すると決定する。例えば、データコンテンツの一部分が第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 から（例えば、車両の動き、パケット損失等に起因して）失われた場合、第 1 の C P ノード 1 1 2 の動作モジュール 2 1 2 は、リソースデータ中の 1 つ以上のステータスデータ構造を参照し、1 つ以上のステータスデータ構造に基づいて、コンテンツリストがそのデータコンテンツの一部分を含む別の C P ノード 1 1 2 をサーチする。動作モジュール 2 1 2 は、V 2 X ネットワークを介して、失われたデータコンテンツの一部分を提供するようにその別の C P ノード 1 1 2 に要求する。例えば、要求処理モジュール 2 0 8 によるデータ要求を処理する動作の実行と同様に、第 1 の C P ノード 1 1 2 の動作モジュール 2 1 2 は、1 つ以上のステータスデータ構造および制御プレーンにおいて収集されたネットワーク統計データに基づいて、データコンテンツの一部分を提供するターゲットコンテンツプロバイダを識別する。動作モジュール 2 1 2 は、データコンテンツの一部分を提供するようにターゲットコンテンツプロバイダに要求する。

20

【 0 1 5 4 】

（プロセス例）

これより図 3 を参照して、幾つかの実施形態による、車両マイクロクラウド 1 0 2 内の 1 組の車両マイクロクラウド 1 1 0 間の無線通信を改善する一例の方法 3 0 0 のフローチャートを示す。方法 3 0 0 のステップは任意の順序で実行可能であり、必ずしも図 3 に示される順序である必要はない。ここで、方法 3 0 0 が第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 の第 1 の C P ノード 1 1 2 により実行されると仮定する。

30

40

【 0 1 5 5 】

ステップ 3 0 1 において、通信モジュール 2 0 2 は、V 2 X ネットワークを介して要求者からデータ要求を受信する。

【 0 1 5 6 】

ステップ 3 0 3 において、要求処理モジュール 2 0 8 は、制御プレーンを使用してデータ要求を分析して、データ要求によって要求されたデータコンテンツを提供するターゲットコンテンツプロバイダを選択する。ターゲットコンテンツプロバイダは、車両マイクロクラウド 1 0 2 の第 2 の車両マイクロクラウド 1 1 0 内の第 2 の C P ノード 1 1 2 である。

50

【 0 1 5 7 】

ステップ 3 0 5 において、要求処理モジュール 2 0 8 は、データプレーンを使用してデータ要求を処理する。

【 0 1 5 8 】

ステップ 3 0 6 において、機械学習モジュール 2 1 0 は、データ要求の処理結果を記述する結果データおよび制御プレーンに関連する制御プレーンデータの 1 つ以上を含むフィードバックデータを生成する。

【 0 1 5 9 】

ステップ 3 0 7 において、機械学習モジュール 2 1 0 は、第 1 の C P ノード 1 1 2 により処理されたデータ要求に関するデータ送達の待ち時間およびデータパケット損失の 1 つ以上を含む低減が達成されるように、フィードバックデータに基づいて第 1 の C P ノード 1 1 2 の動作を変更する。より多くのフィードバックデータが生成されるにつれて、低減は時間の経過に伴って改善する。

10

【 0 1 6 0 】

図 4 A ~ 図 4 C は、幾つかの実施形態による、車両マクロクラウド 1 0 2 内の 1 組の車両マイクロクラウド 1 1 0 間の無線通信を改善する別の方法 4 0 0 を示す。方法 4 0 0 のステップは任意の順序で実行可能であり、必ずしも図 4 A ~ 図 4 C に示される順序である必要はない。ここで、方法 4 0 0 が第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 の第 1 の C P ノード 1 1 2 により実行されると仮定する。

【 0 1 6 1 】

図 4 A を参照すると、ステップ 4 0 1 において、プレーン確立モジュール 2 0 4 は、他の車両マイクロクラウド 1 1 0 の他の C P ノード 1 1 2 と協働して、車両マクロクラウド 1 0 2 の制御プレーンおよびデータプレーンを確立する。制御プレーンは分散制御プレーンであり、第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 の第 1 の C P ノード 1 1 2 および 1 つ以上の他の車両マイクロクラウド 1 1 0 の 1 つ以上の他の C P ノード 1 1 2 を含む。

20

【 0 1 6 2 】

ステップ 4 0 3 において、ステータスモジュール 2 0 6 は、第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 のステータスを記述する第 1 のステータスデータを生成する。

【 0 1 6 3 】

ステップ 4 0 5 において、ステータスモジュール 2 0 6 は、制御プレーンを適用して、車両マクロクラウド 1 0 2 内の 1 つ以上の他の車両マイクロクラウド 1 1 0 の 1 つ以上の他の C P ノード 1 1 2 とのステータスデータ交換を実行する。

30

【 0 1 6 4 】

ステップ 4 0 7 において、ステータスモジュール 2 0 6 は、1 つ以上の他の車両マイクロクラウド 1 1 0 のステータスデータを含む 1 つ以上のステータスデータ構造を構築する。

【 0 1 6 5 】

ステップ 4 0 9 において、ステータスモジュール 2 0 6 は、車両マクロクラウド 1 0 2 において実行されるステータスデータ交換に基づいて、データ送達の待ち時間を記述する待ち時間データおよびパケット送達比率を記述するパケットデータを含むネットワークデータを測定する。

40

【 0 1 6 6 】

ステップ 4 1 1 において、要求処理モジュール 2 0 8 は、V 2 X ネットワークを介して要求者からデータ要求を受信する。

【 0 1 6 7 】

ステップ 4 1 3 において、要求処理モジュール 2 0 8 は、第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 のステータスを記述する第 1 のステータスデータからコンテンツリストを検索する。

【 0 1 6 8 】

図 4 B を参照すると、ステップ 4 1 5 において、要求処理モジュール 2 0 8 は、データ要求により要求されたデータコンテンツが第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 により記憶されているか否かを判断する。データ要求により要求されたデータコンテンツが第 1 の車

50

両マイクロクラウド 1 1 0 により記憶されていることに応答して、方法 4 0 0 はステップ 4 1 7 に移る。その他の場合、方法 4 0 0 はステップ 4 1 9 に移る。

【 0 1 6 9 】

ステップ 4 1 7 において、要求処理モジュール 2 0 8 は、ペイロードとしてデータコンテンツを含む V 2 X 無線メッセージでデータ要求に応答する。次に、方法は図 4 C のステップ 4 3 5 に続く。

【 0 1 7 0 】

ステップ 4 1 9 において、要求処理モジュール 2 0 8 は、第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 のリソースデータを分析して、データコンテンツを提供するターゲットコンテンツプロバイダを決定する。

10

【 0 1 7 1 】

ステップ 4 2 1 において、要求処理モジュール 2 0 8 は、制御プレーンを使用して、V 2 X ネットワークを介して要求者から受信したデータ要求をターゲットコンテンツプロバイダに転送する。

【 0 1 7 2 】

ステップ 4 2 3 において、要求処理モジュール 2 0 8 は、データプレーンを使用して、V 2 X ネットワークを介してターゲットコンテンツプロバイダからデータコンテンツを受信する。

【 0 1 7 3 】

ステップ 4 2 5 において、要求処理モジュール 2 0 8 は、データプレーンを使用して、V 2 X ネットワークを介してターゲットコンテンツプロバイダから受信したデータコンテンツを要求者に転送する。

20

【 0 1 7 4 】

ステップ 4 2 7 において、機械学習モジュール 2 1 0 は、データ要求の処理結果を記述する結果データおよび制御プレーンに関連する制御プレーンデータの 1 つ以上を含むフィードバックデータを生成する。

【 0 1 7 5 】

図 4 C を参照すると、ステップ 4 2 9 において、機械学習モジュール 2 1 0 は、フィードバックデータに基づいて、通信ユニット 2 4 5 がデータコンテンツを第 1 の C P ノード 1 1 2 にキャッシュするように、第 1 の C P ノード 1 1 2 の通信ユニット 2 4 5 の動作を変更する。したがって、データコンテンツを要求するデータ要求に関して再び、データ送達の待ち時間およびデータパケット損失は低減する。

30

【 0 1 7 6 】

ステップ 4 3 1 において、機械学習モジュール 2 1 0 は、フィードバックデータを分析して、1 つ以上のタイプの人気のあるデータコンテンツを決定する。

【 0 1 7 7 】

ステップ 4 3 3 において、機械学習モジュール 2 1 0 は、通信ユニット 2 4 5 が 1 つ以上のタイプの人気のあるデータコンテンツをプリフェッチし、第 1 の C P ノード 1 1 2 に記憶するように、第 1 の C P ノード 1 1 2 の通信ユニット 2 4 5 の動作を変更する。したがって、1 つ以上のタイプの人気のあるデータコンテンツを要求するデータ要求に関するデータ送達の待ち時間およびデータパケット損失は低減する。

40

【 0 1 7 8 】

ステップ 4 3 5 において、動作モジュール 2 1 2 は、第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 においてデータ複製トリガーイベントをモニタする。

【 0 1 7 9 】

ステップ 4 3 7 において、データ複製トリガーイベントの発生に応答して、動作モジュール 2 1 2 は、第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 のデータを車両マイクロクラウド 1 0 2 内の別の車両マイクロクラウド 1 1 0 に複製する。

【 0 1 8 0 】

ステップ 4 3 9 において、動作モジュール 2 1 2 は、1 組のデータコンテンツが第 1 の車

50

両マイクロクラウド 1 1 0 において失われたと判断する。

【 0 1 8 1 】

ステップ 4 4 1 において、動作モジュール 2 1 2 は、車両マクロクラウド 1 0 2 内の別の車両マイクロクラウド 1 1 0 から 1 組のデータコンテンツを取得して、第 1 の車両マイクロクラウド 1 1 0 において 1 組のデータコンテンツを回復させる。

【 0 1 8 2 】

図 5 は、幾つかの実施形態による、分離された車両マクロクラウド 1 0 2 を橋渡しする一例の構造 5 0 0 を示す図表現である。例えば、V 2 V ネットワークは通常、車両密度が低いエリアにおいて互いから分離され、その結果、複数の分離された車両マクロクラウド 1 0 2 になる。この場合、車両マクロクラウド 1 0 2 は、V 2 V ネットワークを介して別の車両マクロクラウド 1 0 2 に到達することができない。図 5 を参照すると、車両マクロクラウド A は、V 2 V ネットワークを介して車両マクロクラウド B により到達できない。

10

【 0 1 8 3 】

幾つかの実施形態では、バックボーンネットワークにおけるクラウドサーバ 5 0 1、エッジサーバ 5 0 3 (5 0 3 A、5 0 3 B)、またはそれらの組合せはそれぞれ、C P ノード 1 1 2 をホストして、分離された車両マクロクラウド 1 0 2 間のこのギャップを橋渡しする。確立されたデータプレーンは、車両マクロクラウド 1 0 2 にわたるデータ転送のために V 2 N 通信を使用することもできる。

【 0 1 8 4 】

図 6 A および図 6 B は、幾つかの実施形態による一例の D S R C データ 6 0 0 を示す図表現である。D S R C メッセージは、分散制御プレーンを使用して C P ノード 1 1 2 間にステータスデータを分散させるのに使用しうる。D S R C データ 6 0 0 の例を図 6 A および図 6 B に示す。D S R C メッセージは、幾つかの実施形態により、ステータスデータを分散するのに使用しうる V 2 X 無線通信の単なる一例である。ステータスデータの分散に任意の他の無線通信方法を使用してもよい。したがって、任意の無線媒体を介して機能する任意のルーティングプロトコルが、所与の車両マイクロクラウド 1 1 0 から 2 ホップ以上離れた他の車両マイクロクラウド 1 1 0 へのステータスデータの分散に使用することができる。

20

【 0 1 8 5 】

車両にはますます D S R C が装備されるようになっていく。D S R C 対応車両は、0 . 1 0 秒毎という調製可能なレートで D S R C メッセージをブロードキャストしうる。例えば、D S R C 対応車両は基本安全メッセージ (B S M メッセージ) を送信しうる。これらの B S M メッセージは D S R C データを含む。B S M メッセージは、車両マクロクラウド 1 0 2 の C P ノード 1 1 2 間でステータスデータを送信するのに使用しうる。図 6 A は、各 B S M メッセージに含まれる D S R C データの幾つかを示すブロック図を示す。

30

【 0 1 8 6 】

以下は図 6 B の内容の概要である。D S R C メッセージのパート 1 は、車両の位置、進行方向、速度、加速度、ハンドル角、および車両サイズを含むコアデータ要素を含む。D S R C メッセージは、毎秒約 1 0 回の調製可能なレートで送信される。

【 0 1 8 7 】

D S R C メッセージのパート 2 は、任意選択的な要素の広範囲リストから引き出された可変組のデータ要素を含む。それらの幾つかは、イベントトリガー、例えば、A B S 作動に基づいて選択される。これらはパート 1 に追加され、D S R C メッセージの一部として送信されるが、帯域幅を節約するために、多くは低頻度で送信される。D S R C メッセージは、現在のスナップショットのみ (それ自体が数秒の価値の過去の履歴データに制限される経路データを除く) を含む。

40

【 0 1 8 8 】

以上の説明では、本発明を十分に理解できるように、多くの詳細について説明した。しかしながら、各実装形態はこれらの具体的な詳細無しでも実施できることは当業者にとって明らかであろう。いくつかの実施形態では、発明が不明瞭になることを避けるために、

50

構造や装置をブロック図の形式で表すこともある。たとえば、本実施形態は、ユーザインタフェースおよび特定のハードウェアへの参照とともに説明される。しかし、本実施形態は、データおよびコマンドを受信する任意のタイプの計算装置、および、サービスを提供する任意の周辺機器について適用できる。

【0189】

本明細書における「一実施形態」または「ある実施形態」等という用語は、その実施形態と関連づけて説明される特定の特徴・構造・性質が、少なくとも一つの実施形態に含まれることを意味する。「一実施形態における」等という用語は本明細書内で複数用いられるが、これらは必ずしも同一の実施形態を示すものとは限らない。

【0190】

以上の詳細な説明の一部は、コンピュータ可読記憶媒体に記憶されたデータビットに対する動作のアルゴリズムおよび記号的表現として提供される。これらのアルゴリズムの説明と表現は、データ処理分野の当業者が自己の成果の内容を他の当業者に最も効果的に伝えるために使用する手段である。なお、本明細書における（また一般に）アルゴリズムとは、所望の結果を得るための論理的な手順を意味する。処理のステップは、物理量を物理的に操作するものである。必ずしも必須ではないが、通常は、これらの量は記憶・伝送・結合・比較およびその他の処理が可能な電氣的または磁氣的信号の形式を取る。通例にしたがって、これらの信号をビット・値・要素・エレメント・シンボル・キャラクタ・項・数値などとして称することが簡便である。

【0191】

なお、これらの用語および類似する用語はいずれも、適切な物理量と関連付いているものであり、これら物理量に対する簡易的なラベルに過ぎないということに留意する必要がある。以下の説明から明らかなように、特に断らない限りは、本明細書において「処理」「計算」「コンピュータ計算（処理）」「判断」「表示」といった用語を用いた説明は、コンピュータシステムや類似の電子的計算装置の動作および処理であって、コンピュータシステムのレジスタやメモリ内の物理的（電子的）量を、他のメモリやレジスタまたは同様の情報ストレージや通信装置、表示装置内の物理量として表される他のデータへ操作および変形する動作および処理を意味する。

【0192】

本発明は、本明細書で説明される動作を実行する装置にも関する。この装置は要求される目的のために特別に製造されるものであっても良いし、汎用コンピュータを用いて構成しコンピュータ内に格納されるプログラムによって選択的に実行されたり再構成されたりするものであっても良い。このようなコンピュータプログラムは、コンピュータのシステムバスに接続可能な、例えばフロッピー（登録商標）ディスク・光ディスク・CD-ROM・磁気ディスクなど任意のタイプのディスク、読み込み専用メモリ（ROM）、ランダムアクセスメモリ（RAM）、EPROM、EEPROM、磁気または光学式カード、USBキーを含む不揮発性フラッシュメモリ、電子的命令を格納するために適した任意のタイプの媒体などの、非一時的なコンピュータ可読記憶媒体に記憶される。

【0193】

実装形態は、完全にハードウェアによって実現されるものでも良いし、完全にソフトウェアによって実現されるものでも良いし、ハードウェアとソフトウェアの両方によって実現されるものでも良い。いくつかの好ましい実装形態では、ファームウェア、常駐ソフトウェア、マイクロコードやその他のソフトウェアによって実装される。

【0194】

さらに、ある実装形態は、コンピュータが利用あるいは読み込み可能な記憶媒体からアクセス可能なコンピュータプログラムプロダクトの形態を取る。この記憶媒体は、コンピュータや任意の命令実行システムによってあるいはそれらと共に利用されるプログラムコードを提供する。明細書の説明において、コンピュータが利用あるいは読み込み可能な記憶媒体とは、命令実行システムや装置によってあるいはそれらと共に利用されるプログラムを、保持、格納、通信、伝搬および転送可能な任意の装置を指す。

10

20

30

40

50

【 0 1 9 5 】

プログラムコードを格納・実行するために適したデータ処理システムは、システムバスを介して記憶素子に直接または間接的に接続された少なくとも1つのプロセッサを有する。記憶素子は、プログラムコードの実際の実行に際して使われるローカルメモリや、大容量記憶装置や、実行中に大容量記憶装置からデータを取得する回数を減らすためにいくつかのプログラムコードを一時的に記憶するキャッシュメモリなどを含む。

【 0 1 9 6 】

入力／出力（I／O）装置は、例えばキーボード、ディスプレイ、ポインティング装置などであるが、これらはI／Oコントローラを介して直接あるいは間接的にシステムに接続される。

【 0 1 9 7 】

データ処理システムが、介在するプライベートネットワークおよび／またはパブリックネットワークを介して、他のデータ処理システム、ストレージデバイス、リモートプリンタなどに結合されるようになることを可能にするために、ネットワークアダプタもシステムに結合されうる。モデム、ケーブルモデル、イーサネットカードは、ネットワークアダプタのほんの数例に過ぎない。

【 0 1 9 8 】

最後に、本明細書において提示される構造、アルゴリズム、および／またはインターフェースは、特定のコンピュータや他の装置と本来的に関連するものではない。本明細書における説明にしたがったプログラムを有する種々の汎用システムを用いることができるし、また要求された処理ステップを実行するための特定用途の装置を構築することが適した場合もある。これら種々のシステムに要求される構成は、以上の説明において明らかにされる。さらに、本発明は、特定のプログラミング言語と関連づけられるものではない。様々な実装形態で説明される本発明の内容を実装するために種々のプログラミング言語を利用できることは明らかであろう。

【 0 1 9 9 】

実装形態の前述の説明は、例示と説明を目的として行われたものである。したがって、明細書を、網羅的または開示された正確な形式に限定することを意図するものではない。本発明は、上記の開示にしたがって、種々の変形が可能である。本発明の範囲は上述の実装形態に限定解釈されるべきではなく、特許請求の範囲にしたがって解釈されるべきである。本発明の技術に詳しい者であれば、本発明はその思想や本質的特徴から離れることなくその他の種々の形態で実現できることを理解できるであろう。同様に、モジュール・処理・特徴・属性・方法およびその他の本発明の態様に関する名前付けや分割方法は必須なものでもないし重要でもない。また、本発明やその特徴を実装する機構は異なる名前や分割方法や構成を備えていても構わない。

さらに、モジュール・処理・特徴・属性・方法およびその他の本発明の態様は、ソフトウェア、ハードウェア、ファームウェアもしくはこれらの組合せとして実装できる。また、本発明をソフトウェアとして実装する場合には、モジュールなどの各要素は、どのような様式で実装されても良い。例えば、スタンドアローンのプログラム、大きなプログラムの一部、異なる複数のプログラム、静的あるいは動的なリンクライブラリー、カーネルロードダブルモジュール、デバイスドライバ、その他コンピュータプログラミングの当業者にとって既知な方式として実装することができる。さらに、本発明の実装は特定のプログラミング言語に限定されるものではないし、特定のオペレーティングシステムや環境に限定されるものでもない。したがって、本開示は、添付の特許請求の範囲に記載されている本明細書の範囲を例示するものであり、限定することを意図したものではない。

10

20

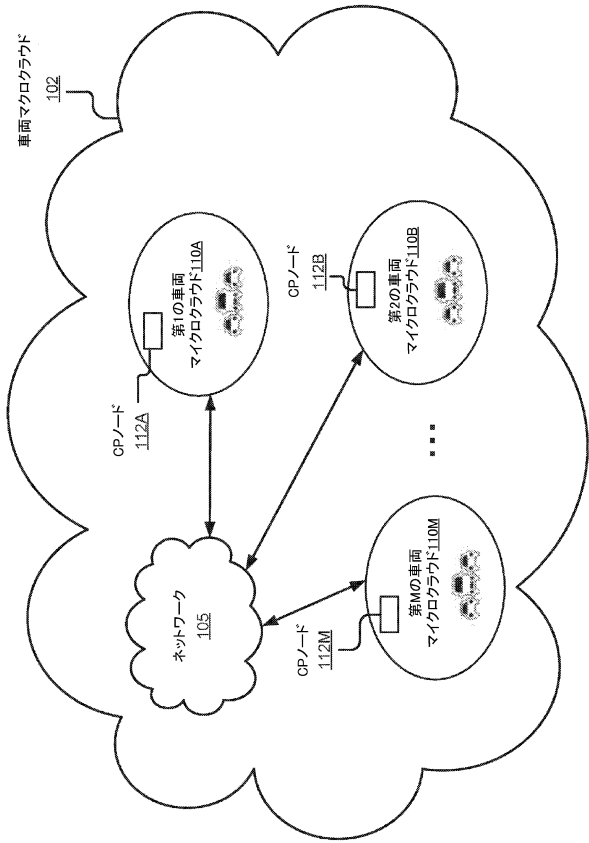
30

40

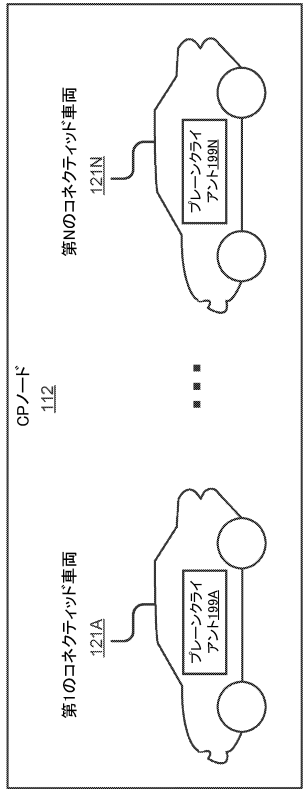
50

【図面】

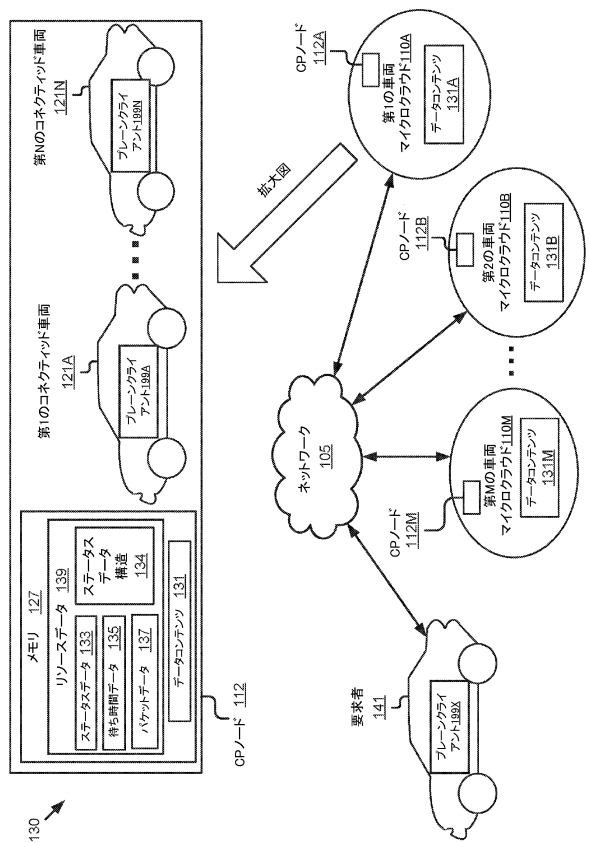
【図 1 A】



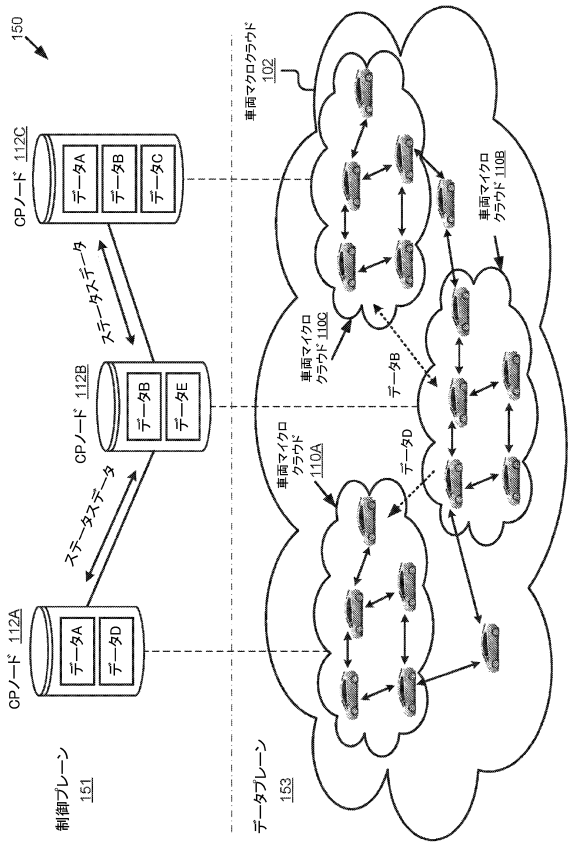
【図 1 B】



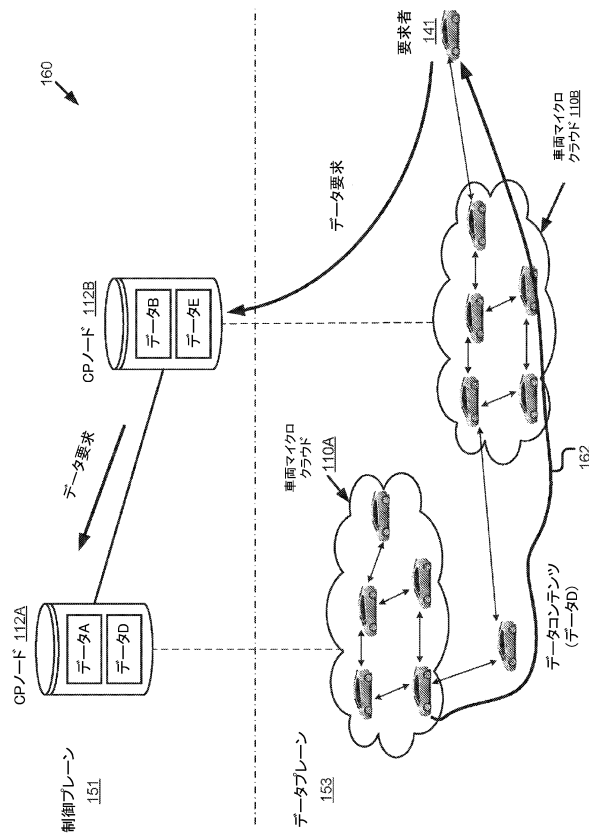
【図 1 C】



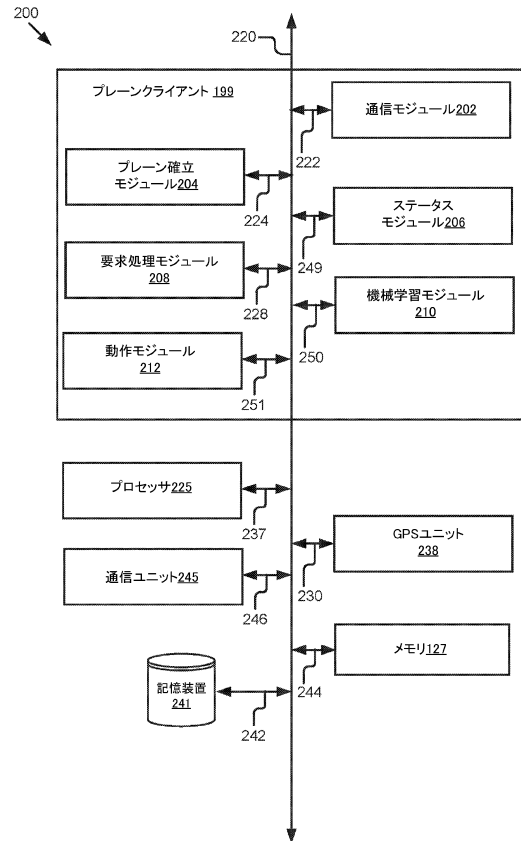
【図 1 D】



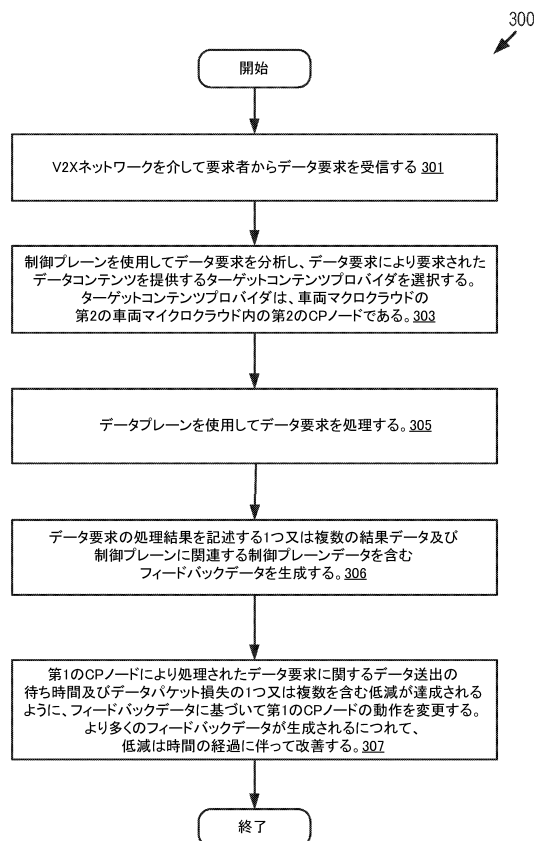
【図 1 E】



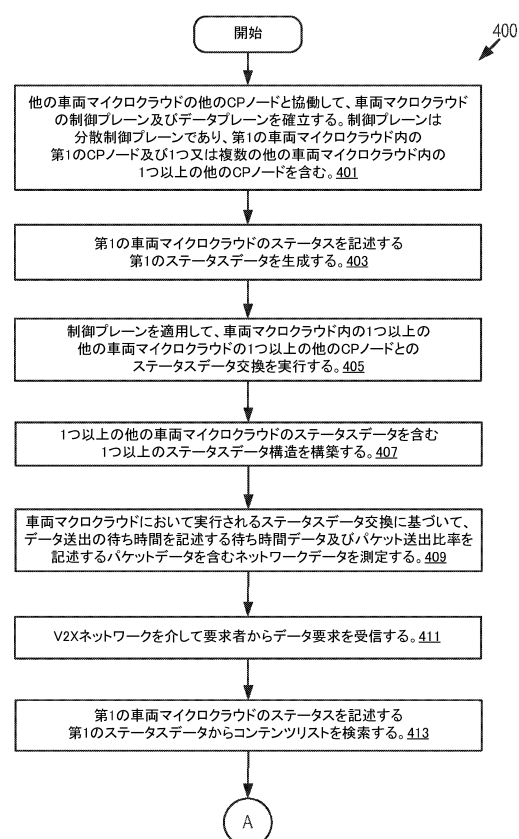
【図 2】



【図 3】



【図 4 A】



10

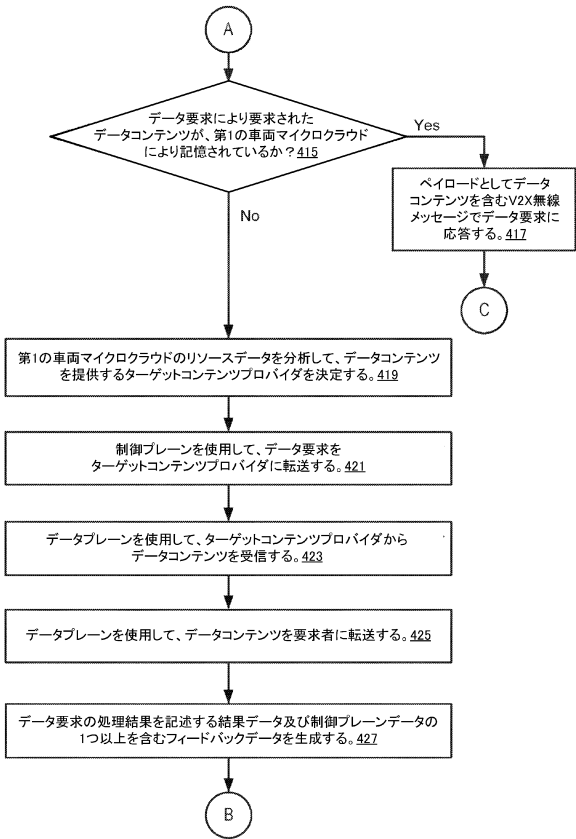
20

30

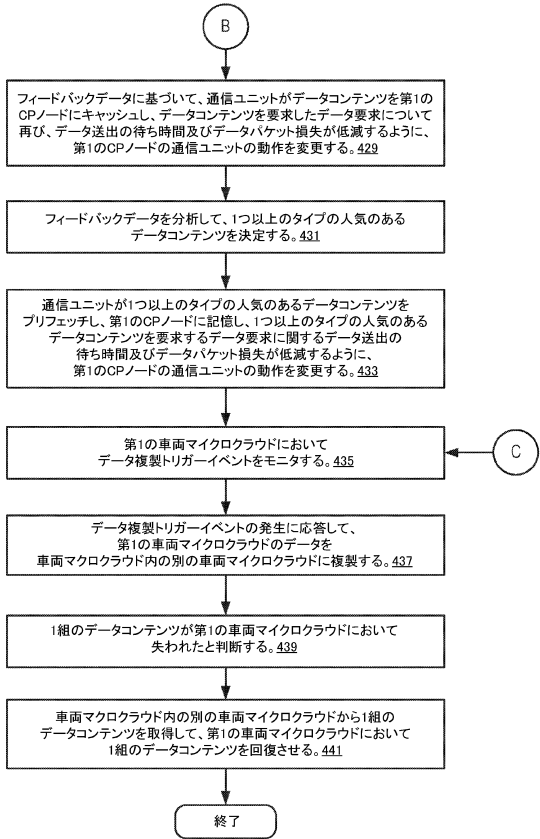
40

50

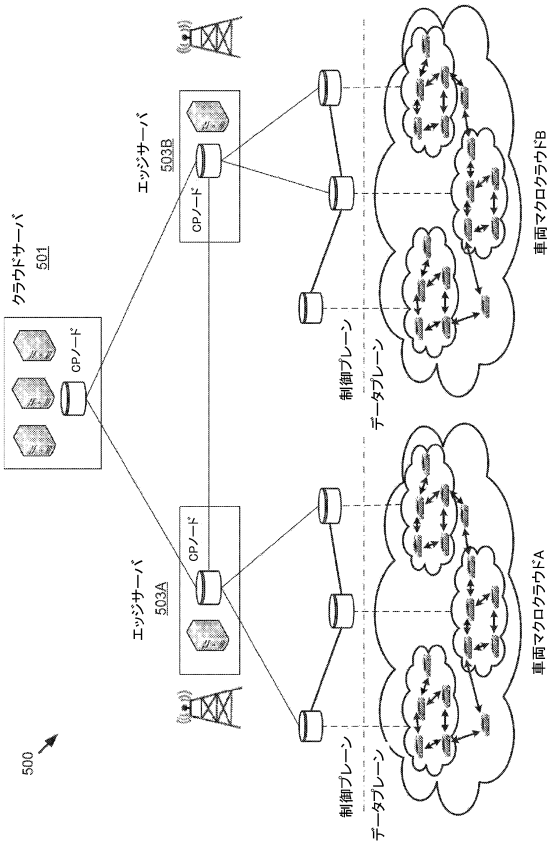
【図 4 B】



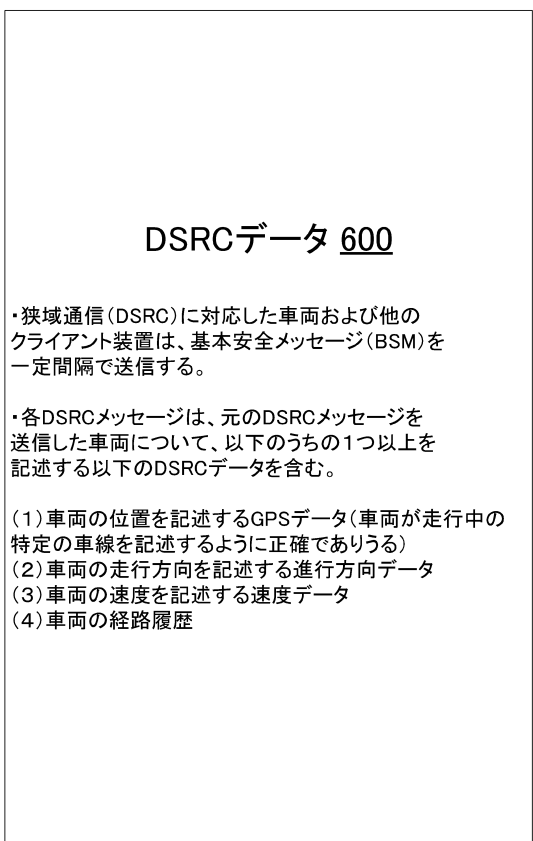
【図 4 C】



【図 5】



【図 6 A】



10

20

30

40

50

【図 6 B】

DSRCデータ <u>600</u>	
パート1	
車両位置データ(ローカル3D)	
・緯度	
・経度	
・高度	
・位置精度	
・時刻	
車両モーションデータ	
・変速機の状態	
・速度	
・進行方向	
・ステアリング角度	
・加速度設定(4種、すなわち、3つの加速度軸+ヨーレート)	
・ブレーキシステムの状態	
車両サイズデータ	
パート2	
車両経路履歴	
将来の車両経路予測	
ハードアクティブブレーキング	
トラクションコントロールシステムが100ミリ秒以上アクティブか	
アンチロックブレーキシステムが100ミリ秒以上アクティブか	
ライトの状態	
ワイパーの状態	
車両タイプ	

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(72)発明者 尾口 健太郎

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94043 マウンテンビュー バーナード アベニュー 465
トヨタ モーター ノース アメリカ インコーポレイテッド内

審査官 米倉 明日香

(56)参考文献 特開2013-186121(JP, A)

国際公開第2018/202601(WO, A1)

国際公開第2018/008587(WO, A1)

米国特許出願公開第2012/0108163(US, A1)

米国特許出願公開第2017/0251339(US, A1)

米国特許第9736699(US, B1)

米国特許出願公開第2009/0231432(US, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H04B 7/24 - 7/26

H04W 4/00 - 99/00

3GPP TSG RAN WG1 - 4

SA WG1 - 4

CT WG1、4