

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6404301号
(P6404301)

(45) 発行日 平成30年10月10日 (2018. 10. 10)

(24) 登録日 平成30年9月21日 (2018. 9. 21)

(51) Int. Cl. F I
G 0 6 F 13/00 (2006.01) G 0 6 F 13/00 3 5 1 A

請求項の数 22 外国語出願 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2016-225920 (P2016-225920)	(73) 特許権者	593096712 インテル コーポレーション アメリカ合衆国 95054 カリフォル ニア州 サンタ クララ ミッション カ レッジ ブールバード 2200
(22) 出願日	平成28年11月21日 (2016. 11. 21)	(74) 代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
(65) 公開番号	特開2017-117445 (P2017-117445A)	(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(43) 公開日	平成29年6月29日 (2017. 6. 29)	(74) 代理人	100091214 弁理士 大貫 進介
審査請求日	平成28年11月21日 (2016. 11. 21)	(72) 発明者	ジョン ブレイディー アイルランド キルデア州 セルブリッジ アビー ファーム アビー グリーン 11
(31) 優先権主張番号	14/978, 316		
(32) 優先日	平成27年12月22日 (2015. 12. 22)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 IoT通信のためのネットワーク認識アプリケーションに依存した適応的プロトコル選択

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

リモートデバイスと通信する方法であって、当該方法は、
コンピュータプロセッサ及びネットワークインタフェースを使用する工程と、
前記リモートデバイスのサポートされているアプリケーション層通信プロトコルのセッ
トを発見する工程と、

前記リモートデバイスと通信するのに使用されるコンピュータネットワークの特徴及び
メッセージのソースアプリケーションの通信特徴に基づいて、該ソースアプリケーション
から受信した該メッセージに対して、サポートされている前記アプリケーション層通信プ
ロトコルのセットのうち一つを、選択アプリケーション層通信プロトコルとして選択する
工程と、

前記選択アプリケーション層通信プロトコルに従って、メッセージを構築する工程と、
前記選択アプリケーション層通信プロトコル及び前記ネットワークインタフェースを使
用して、前記コンピュータネットワークを介して、前記メッセージを前記リモートデバイ
スに送信する工程と、

を含み、

前記通信特徴は、片道レイテンシ耐性、往復レイテンシ耐性、パケット損失耐性、ジッ
タ耐性、バンド幅要件、アクノリッジメントが必要とされるか否かについて、符号誤り率
耐性、誤り率耐性、可用性、前記メッセージが少なくとも一回搬送されることが必要か否
かについて、及び前記メッセージは一度だけ搬送される可能性があるか否かについて、の

うち一つである、方法。

【請求項 2】

前記リモートデバイスへの送信のための第二メッセージを前記ソースアプリケーションから受信する工程と、

前記リモートデバイスと通信するのに使用される前記コンピュータネットワークの特徴の新たな計測結果及び前記メッセージのソースアプリケーションの通信特徴に基づいて、前記メッセージに対して、サポートされている前記アプリケーション層通信プロトコルのセットのうち一つを、第二選択アプリケーション層通信プロトコルとして選択し、

前記第二選択アプリケーション層通信プロトコルに従って、第二メッセージを構築する工程と、

前記コンピュータネットワークを介して、前記メッセージを前記リモートデバイスに送信する工程と、を含み、

前記メッセージを構築し、送信するのに使用される前記選択アプリケーション層通信プロトコルは、前記第二メッセージを構築するのに使用される前記第二選択アプリケーション層通信プロトコルとは異なるアプリケーション層通信プロトコルである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記選択アプリケーション層通信プロトコルは、ハイパーテキストトランスファープロトコル (HTTP)、コンストレインドアプリケーションプロトコル (COAP)、MQ テレメトリートランスポート (MQTT) プロトコル及び OPC ユニファイドアーキテクチャ (UA) プロトコルのうちの一つである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記リモートデバイスのサポートされている前記アプリケーション層通信プロトコルのセットを発見する工程は、ハイパーテキストトランスファープロトコル (HTTP) GET リクエストを使用して、前記リモートデバイスから利用可能なメッセージブローカを要求する工程を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記リモートデバイスと通信するのに使用される前記コンピュータネットワークの特徴及び前記メッセージのソースアプリケーションの通信特徴に基づいて、前記ソースアプリケーションから受信した前記メッセージに対して、サポートされている前記アプリケーション層通信プロトコルのセットのうち一つを、前記選択アプリケーション層通信プロトコルとして選択する工程は、

前記コンピュータネットワークの特徴を検出する工程と、

前記ソースアプリケーションの通信特徴を決定する工程と、

前記コンピュータネットワークの特徴及び前記ソースアプリケーションの通信特徴に一致するデータベースの行を選択する工程と、

最も送信時間の短い選択行に対応する前記アプリケーション層通信プロトコルを選択する工程と、を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記コンピュータネットワークの特徴は、片道レイテンシ、往復レイテンシ、パケット損失、ジッタ、バンド幅、符号誤り率、誤り率及び可用性のうちの一つである、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

送信された前記メッセージの通信パラメータに基づいて前記データベースを更新する工程を含む、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 8】

プロセッサと、

ネットワークインタフェースと、

前記プロセッサにより実行されると、前記プロセッサに、

リモートデバイスのサポートされているアプリケーション層通信プロトコルのセット

10

20

30

40

50

を発見させ、

前記リモートデバイスと通信するのに使用されるコンピュータネットワークの特徴及びメッセージのソースアプリケーションの通信特徴に基づいて、該ソースアプリケーションから受信した該メッセージに対して、サポートされている前記アプリケーション層通信プロトコルのセットのうち一つを、選択アプリケーション層通信プロトコルとして選択させ、

前記選択アプリケーション層通信プロトコルに従って、メッセージを構築させ、

前記選択アプリケーション層通信プロトコル及び前記ネットワークインタフェースを使用して、前記コンピュータネットワークを介して、前記メッセージを前記リモートデバイスに送信させる、

10

命令を含む非一時的なマシン読み取り可能媒体と、

を含み、

前記通信特徴は、片道レイテンシ耐性、往復レイテンシ耐性、パケット損失耐性、ジッタ耐性、バンド幅要件、アクノリッジメントが必要とされるか否かについて、符号誤り率耐性、誤り率耐性、可用性、前記メッセージが少なくとも一回搬送されることが必要か否かについて、及び前記メッセージは一度だけ搬送される可能性があるか否かについて、のうち一つである、デバイス。

【請求項 9】

前記命令は、前記プロセッサに、

前記リモートデバイスへの送信のための第二メッセージを前記ソースアプリケーションから受信させ、

20

前記リモートデバイスと通信するのに使用される前記コンピュータネットワークの特徴の新たな計測結果及び前記メッセージのソースアプリケーションの通信特徴に基づいて、前記メッセージに対して、サポートされている前記アプリケーション層通信プロトコルのセットのうち一つを、第二選択アプリケーション層通信プロトコルとして選択させ、

前記第二選択アプリケーション層通信プロトコルに従って、第二メッセージを構築させ、

前記コンピュータネットワークを介して、前記メッセージを前記リモートデバイスに送信させる、

命令を含み、

30

前記メッセージを構築し、送信するのに使用される前記選択アプリケーション層通信プロトコルは、前記第二メッセージを構築するのに使用される前記第二選択アプリケーション層通信プロトコルとは異なるアプリケーション層通信プロトコルである、請求項 8 に記載のデバイス。

【請求項 10】

前記選択アプリケーション層通信プロトコルは、ハイパーテキストトランスファープロトコル (HTTP)、コンストレインドアプリケーションプロトコル (COAP)、MQ テレメトリートランスポート (MQTT) プロトコル及び OPC ユニファイドアーキテクチャ (UA) プロトコルのうちの一つである、請求項 8 に記載のデバイス。

【請求項 11】

40

前記プロセッサに、前記リモートデバイスのサポートされている前記アプリケーション層通信プロトコルのセットを発見させる前記命令は、前記プロセッサに、ハイパーテキストトランスファープロトコル (HTTP) GET リクエストを使用して、前記リモートデバイスから利用可能なメッセージブローカを要求させる命令を含む、請求項 8 に記載のデバイス。

【請求項 12】

前記プロセッサに、前記リモートデバイスと通信するのに使用される前記コンピュータネットワークの特徴及び前記メッセージのソースアプリケーションの通信特徴に基づいて、前記ソースアプリケーションから受信した前記メッセージに対して、サポートされている前記アプリケーション層通信プロトコルのセットのうち一つを、前記選択アプリケーシ

50

オン層通信プロトコルとして選択させる前記命令は、前記プロセッサに、
 前記コンピュータネットワークの特徴を検出させ、
 前記ソースアプリケーションの通信特徴を決定させ、
 前記コンピュータネットワークの特徴及び前記ソースアプリケーションの通信特徴に
 一致するデータベースの行を選択させ、

最も送信時間の短い選択行に対応する前記アプリケーション層通信プロトコルを選択
 させる、

命令を含む、請求項 8 に記載のデバイス。

【請求項 13】

前記コンピュータネットワークの特徴は、片道レイテンシ、往復レイテンシ、パケット
 損失、ジッタ、バンド幅、符号誤り率、誤り率及び可用性のうちの一つである、請求項 1
 2 に記載のデバイス。

10

【請求項 14】

前記命令は、前記プロセッサに、送信された前記メッセージの通信パラメータに基づい
 て前記データベースを更新させる命令を含む、請求項 12 に記載のデバイス。

【請求項 15】

プロセッサにより実行されると、該プロセッサに、

リモートデバイスのサポートされているアプリケーション層通信プロトコルのセット
 を発見させ、

前記リモートデバイスと通信するのに使用されるコンピュータネットワークの特徴及
 びメッセージのソースアプリケーションの通信特徴に基づいて、該ソースアプリケーショ
 ンから受信した該メッセージに対して、サポートされている前記アプリケーション層通信
 プロトコルのセットのうち一つを、選択アプリケーション層通信プロトコルとして選択さ
 せ、

20

前記選択アプリケーション層通信プロトコルに従って、メッセージを構築させ、

前記選択アプリケーション層通信プロトコルを使用して、前記コンピュータネットワー
 クを介して、前記メッセージを前記リモートデバイスに送信させ、

前記通信特徴は、片道レイテンシ耐性、往復レイテンシ耐性、パケット損失耐性、ジッ
 タ耐性、バンド幅要件、アクノリッジメントが必要とされるか否かについて、符号誤り率
 耐性、誤り率耐性、可用性、前記メッセージが少なくとも一回搬送されることが必要か否
 かについて、及び前記メッセージは一度だけ搬送される可能性があるか否かについて、の
 うち一つである、プログラム。

30

【請求項 16】

前記プロセッサに、

前記リモートデバイスへの送信のための第二メッセージを前記ソースアプリケーショ
 ンから受信させ、

前記リモートデバイスと通信するのに使用される前記コンピュータネットワークの特
 徴の新たな計測結果及び前記メッセージのソースアプリケーションの通信特徴に基づいて
 、前記メッセージに対して、サポートされている前記アプリケーション層通信プロトコル
 のセットのうち一つを、第二選択アプリケーション層通信プロトコルとして選択させ、

40

前記第二選択アプリケーション層通信プロトコルに従って、前記第二メッセージを構
 築させ、

前記コンピュータネットワークを介して、前記メッセージを前記リモートデバイスに
 送信させる、

ことを含み、

前記メッセージを構築し、送信するのに使用される前記選択アプリケーション層通信
 プロトコルは、前記第二メッセージを構築するのに使用される前記第二選択アプリケーシ
 ョン層通信プロトコルとは異なるアプリケーション層通信プロトコルである、請求項 15 に
 記載のプログラム。

【請求項 17】

50

前記選択アプリケーション層通信プロトコルは、ハイパーテキストトランスファープロトコル（HTTP）、コンストレインドアプリケーションプロトコル（COAP）、MQテレメトリートランスポート（MQTT）プロトコル及びOPCユニファイドアーキテクチャ（UA）プロトコルのうちの一つである、請求項15に記載のプログラム。

【請求項18】

前記プロセッサに、前記リモートデバイスのサポートされている前記アプリケーション層通信プロトコルのセットを発見させることは、前記プロセッサに、ハイパーテキストトランスファープロトコル（HTTP）GETリクエストを使用して、前記リモートデバイスから利用可能なメッセージブローカを要求させることを含む、請求項15に記載のプログラム。

10

【請求項19】

前記プロセッサに、前記リモートデバイスと通信するのに使用される前記コンピュータネットワークの特徴及び前記メッセージのソースアプリケーションの通信特徴に基づいて、前記ソースアプリケーションから受信した前記メッセージに対して、サポートされている前記アプリケーション層通信プロトコルのセットのうち一つを、前記選択アプリケーション層通信プロトコルとして選択させることは、前記プロセッサに、

前記コンピュータネットワークの特徴を検出させ、

前記ソースアプリケーションの通信特徴を決定させ、

前記コンピュータネットワークの特徴及び前記ソースアプリケーションの通信特徴に一致するデータベースの行を選択させ、

20

最も送信時間の短い選択行に対応する前記アプリケーション層通信プロトコルを選択させる、

ことを含む、請求項15に記載のプログラム。

【請求項20】

前記コンピュータネットワークの特徴は、片道レイテンシ、往復レイテンシ、パケット損失、ジッタ、バンド幅、符号誤り率、誤り率及び可用性のうちの一つである、請求項19に記載のプログラム。

【請求項21】

前記プロセッサに、送信された前記メッセージの通信パラメータに基づいて前記データベースを更新させることを含む、請求項19に記載のプログラム。

30

【請求項22】

請求項15から21のいずれか一項に記載のプログラムを含む、非一時的なマシン読み取り可能媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本特許文書の開示の一部は、著作権保護の対象となる資料を含んでいる。著作権の所有者は、米国特許商標庁の包袋又は記録に記されている通りに、特許文書又は特許公開の任意の者による複製に対しては異議はないが、それ以外の全てのいかなる著作権を有する。次の通知は、下記に記載され、本文書の一部を形成する図面中のソフトウェア及びデータに適用される：Copyright Intel, Inc., All Rights Reserved.

40

実施形態は、ネットワーク通信に関連する。いくつかの実施形態は、アプリケーション層通信プロトコルの適応選択に関する。追加的な実施形態は、モノのインターネット（IoT）環境でのアプリケーション層通信プロトコルの適応選択に関する。

【背景技術】

【0002】

通信プロトコルは、通信システムでの二つ以上のエンティティが情報を交換することのできる規則を定める。通信プロトコルは、メッセージフォーマット、アドレスフォーマット、アドレス変換、ルーティング、送信エラーの検出、アクノリッジメント、タイムアウト、リトライ、フロー制御、シーケンス制御等のための規則を定めることができる。

50

【 0 0 0 3 】

通信プロトコルは階層化されることができ、各層はエンドツーエンド通信に必要なタスクのサブセットを遂行するようになっている。例えば、インターネットエンジニアリングタスクフォース（IETF）は、インターネットプロトコルスイートと呼ばれる、インターネットにわたる通信のための一式の階層を定めており、多くの異なる階層化されたプロトコルを抱えている。オープンシステムインターコネクト（OSI）モデルを含む、他の階層モデルも存在する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 4 】

図面は、必ずしも縮尺通りではなく、図面において、異なる図での似たような番号は類似するコンポーネントを説明してよい。異なる末尾文字を有する似たような番号は、類似するコンポーネントの異なるインスタンスを表すことができる。図面は、概して、限定ではなく、例として、本文書で論じられる様々な実施形態を示す。

【 図 1 】 図 1 は、本開示のいくつかの例に従う、ネットワークの概略図である。

【 図 2 】 図 2 は、本開示のいくつかの例に従う、メッセージに対して、アプリケーション層通信プロトコルを動的に選択する方法のフローチャートを示す。

【 図 3 】 図 3 は、本開示のいくつかの例に従う、アプリケーション層通信プロトコルを動的に選択する方法のフローチャートを示す。

【 図 4 】 図 4 は、一つ以上の実施形態が実装されることのできるマシンの例を示すブロック図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 0 5 】

通信プロトコルを利用する新興技術の一つのモノのインターネット（IoT）がある。IoTは、電子機器、ソフトウェア及びセンサ内に組み込まれた物理的なオブジェクト又は「モノ」のネットワークであり、これらのオブジェクトが、それらの間で、及び他のコンピューティングデバイスとの間でデータを収集し、交換することを可能にする。標準化団体が、デバイス発見、デバイス間通信、サービス発見及びセキュリティのためのプロシージャ並びにIoTネットワークを形成し、維持するのに使用される他のプロシージャを規定する規格を形づくる処理を始めている。団体の例としては、オープンインターコネクトコンソーシアム（OIC）、インターネットプロトコルフォースマートオブジェクト（IPSO）アライアンス及びインダストリアルインターネットコンソーシアムがある。

【 0 0 0 6 】

例において、OIC規格は、OIC動作に必要な一連の機能を規定する。OICフレームワークは、その大部分が、オープンシステムインターコネクトモデルのセッション層、プレゼンテーション層及びアプリケーション層及びIPモデルのアプリケーション層で動作する。この規格は、プロトコルスタックの下位の階層（例えば、OSIモデル物理、データリンク、ネットワーク及びトランスポート通信プロトコル）のための既存のネットワーク技術を利用する。OICフレームワークは、識別（Identification）、アドレッシング、発見、リソースモデル、デバイス管理、セキュリティ、メッセージング及びCRUDNを提供する。CRUDNは、作成（Create）、取り出し（Retrieve）、更新（Update）、削除（Delete）及び通知（Notify）を意味し、これらは、OICリソースを操作するのに定められた動作を規定する。この規格は、IoTネットワークで用いる、多くの受け入れ可能なアプリケーション層通信プロトコルを規定する。例としては、コンストレインドアプリケーションプロトコル（CoAP）及びハイパーテキストトランスファープロトコル（HTTP）がある。

【 0 0 0 7 】

まとめると、IoT環境は、CoAP、HTTP、MQテレメトリートランスポート（MQTT）、MQTTフォーセンサネットワーク（MQTT-SN）、アドバンスドメッセージキューイングプロトコル（AMQP）、エクステンシブルメッセージングアンドプレゼンスプロトコル（XMPP）、リアルタイムトランスポートプロトコル（RTP）、

10

20

30

40

50

OPCユニファイドアーキテクチャ(OPC UA)等の数多くのアプリケーション層通信プロトコルをサポートする可能性が高い。現在、適切なアプリケーション層通信プロトコルを選択は、開発時のIoTアプリケーションの開発者に委ねられている。選択されるプロトコルは、予測ネットワーク環境を含む、把握された使用事例に基づいて典型的には選択される。しかし、全てのデバイスが設計時に把握された使用事例に使用されるわけではなく、さらに重要なことは、全てのネットワーク環境が開発者により予測されたネットワーク環境に合致するわけではないことである。あるアプリケーション層通信プロトコル及びメッセージングパターンの組み合わせだと、他のそのような組み合わせと比較して、ある実世界ネットワーク環境において、レイテンシ、信頼度及びバンド幅利用の観点からより高いパフォーマンスを提供することができる。ゆえに、汎用的な(one-size-fits-all)アプリケーション層通信プロトコルの選択では、最適ではない結果につながる可能性がある。

10

【0008】

いくつかの例で開示されるのは、送信アプリケーションの一つ以上の通信特徴、及び送信デバイスと受信デバイスとの間のネットワーク接続の一つ以上の特徴に基づいてアプリケーション層通信プロトコルの自動選択を行う方法、システム及びデバイスである。使用するプロトコルの選択は、メッセージ単位ベースでなされる、様々な間隔で定期的に(例えば、所定の時間周期ごと)なされる、アプリケーションの開始時に一度だけなされる等、でよい。アプリケーション層通信プロトコルを動的に選択することで、アプリケーションは、その時のアプリケーションの通信特徴及びネットワーク接続の特徴を考慮した特定のプロトコルの優位性を利用することができる。

20

【0009】

アプリケーション層通信プロトコルを適応的に選択することで、動的アプリケーション要件及びネットワーク条件の両方に対応することのできる分散ネットワークデバイスが可能となる。さらに、これは、生成されるネットワークトラフィック及び、搬送する情報コストを大いに低減することになる。一つの実装例においては、適応的アプリケーション層通信プロトコル選択を使用することによって、試験では、MQTT、CoAP及びOPC UAでの0~10Kbyteのデータ送信に基づいて、ゲートウェイからバックホール通信への送信時間が、ロングタームエボリューション(LTE)ネットワークでは80%、3Gセルラーネットワークでは45%低減できることが示されている。この試験で使用された選択アルゴリズムは、各メッセージサイズに対して送信時間を最小にするプロトコルを選択している。このアルゴリズムは、1kbのペイロードサイズに対してはCoAP(又は、同様に、OPC UA)を、1~8kbのペイロードサイズに対してはOPC UAを、及び8~10kbのペイロードサイズに対してはMQTT(又は、同様に、OPC UA)を選択する。

30

【0010】

ここで開示されているプロトコル選択技術の追加的な恩恵の一つとしては、新たに追加されたプロトコルを旧アプリケーションで利用することができることである。ゆえに、新たなテクノロジーを活用して、旧アプリケーションを支援することになる。

【0011】

40

さて、図1を参照すると、本開示のいくつかの例に従う、ネットワーク環境1000の概略が示されている。ネットワーク環境1000は、様々な例において、IoTネットワーク環境であってよい。デバイス1010は、ネットワーク1030でリモートデバイス1020と通信する。種々の例におけるデバイス1010は、IoTデバイス、デスクトップコンピュータ、ラップトップコンピュータ、スマートフォン、サーバコンピュータ又は他のコンピューティングデバイスであってよい。デバイス1010は有線又は無線の手段を通じてネットワーク130に接続されていることができる。例えば、デバイス1010は、WiFi(米国電気電子学会(IEEE)802.11標準ファミリに従って動作するように構成されたネットワーク)、セルラー(例えば、3G、4G及び5Gネットワーク)、イーサネット(登録商標)等を利用してよい。デバイス1010はクライアントデ

50

バイス、サーバデバイス又はその両方の役割を果たしてよい。

【0012】

デバイス1010は、一つ以上のアプリケーション1040をサポートすることができる。アプリケーション1040は、センサアプリケーション、サーモスタットアプリケーション、照明アプリケーション等のIoTアプリケーションであってよい。他の例においては、アプリケーション1040は、インターネットブラウザ、電子メールアプリケーション、文書処理アプリケーション、表計算アプリケーション等のエンドユーザアプリケーションであってよい。アプリケーション1040は、ネットワーク1030を介して、アプリケーション層通信プロトコル等の一つ以上の通信プロトコルを使用するリモートデバイス1020を含む、一つ以上の他のリモートデバイスとデータを送受信する。リモートデバイス1020は、デバイス1010と同一のもの又は異なるものであってよく、クライアントデバイス、サーバデバイス又はその両方の役割を有してよい。リモートデバイス1020は、いくつかの例においては、IoTデバイス、デスクトップコンピュータ、ラップトップコンピュータ、スマートフォン、サーバコンピュータ又は他のコンピューティングデバイスであってよい。

10

【0013】

デバイス1010は、一つ以上のアプリケーション層通信プロトコルを実装することのできる一つ以上のアプリケーション層通信プロトコルモジュール1050を含むことができる。例としては、COAP、MQTT、OPCUA、HTTP等が含まれる。いくつかの例においては、アプリケーション層通信プロトコルモジュール1050はアプリケーション1040内部で実装されることができる。アプリケーション層通信プロトコルモジュール1050は、それぞれ、メッセージングプロトコルを実装する。アプリケーション1040から送信されるメッセージは、アプリケーション層通信プロトコルモジュール1050の一つにより受信される。アプリケーション層通信プロトコルモジュール1050は、所望のアプリケーション層通信プロトコルに対応し、その対応するプロトコルに従ってメッセージを構築し、それを下位層通信プロトコルモジュール1060に送信する。

20

【0014】

デバイス1010は、アプリケーション層よりも下位にある通信プロトコルスタックの層を実装することのできる下位層通信プロトコルモジュール1060を含むことができる。実装される層の例としては、物理、データリンク、ネットワーク、トランスポート、セッション、インターネット及びプレゼンテーションプロトコルのうちの一つ以上が含まれてよい。実装されるプロトコルの例としては、イーサネット(登録商標)、インターネットプロトコル、トランスミッションコントロールプロトコル(TCP)、802.11規格のためのプロトコル(例えば、PHY、ミディウムアクセスコントロール、ロジカルリンクコントロール等)の一つ以上が含まれる。下位層通信プロトコルモジュール1060は、アプリケーション層通信プロトコルモジュール1050からメッセージを受信することができ、下位層通信プロトコルモジュール1060によって実装される様々なプロトコルに従って、一つ以上のメッセージにデータをカプセル化することができ、メッセージをネットワーク1030を介して、一つ以上のリモートデバイス(例えば、リモートデバイス1020)に送信する。同様に、リモートデバイス1020からの到来メッセージに対しては、下位層通信プロトコルモジュール1060は、下位層通信プロトコルモジュール1060が実装するプロトコルに適切に到来メッセージを処理し、アプリケーション層メッセージを、メッセージのアプリケーション層に対応するアプリケーション層通信プロトコルモジュール1050にわたすことができる。処理の例としては、フロー制御パラメータ、ルーティング、アクノリッジメントの処理及び送信等が含まれてよい。

30

40

【0015】

デバイス1010は、選択モジュール1070を含むことができる。選択モジュールは、利用可能なアプリケーション層通信プロトコルから適切なアプリケーション層通信プロトコルを動的に選択することができる。発見モジュール1080は、リモートデバイス1020によりサポートされているアプリケーション層通信プロトコルを発見するプロトコ

50

ル発見に従事することができる。いくつかの例においては、発見モジュール1080は、（アプリケーション層通信プロトコルモジュール1050によりフォーマットされた）HTTPのGETリクエストメッセージを送信し、このメッセージをリモートデバイス1020に送信するため、下位層通信プロトコルモジュール1060にこのメッセージを渡すことでこれを行うことができる。リモートデバイス1020からデバイス1010への応答は、利用可能なアプリケーション層通信プロトコルのリストであることができる。リモートデバイス1020のサポートされているアプリケーション層通信プロトコルは、リモートデバイス1020の固有識別子によりインデックス化されて、データストア1120に記憶されることができる。プロトコル発見は定期的に行われて、リモートデバイス1020についてサポートされているプロトコルのリストが最新のものを保証することができる。例えば、プロトコル発見は、定期的（例えば、最後のプロトコル発見から所定の期間が経過した後）、各通信セッションの後、一度だけ、デバイス1010によってリモートデバイス1020に各メッセージが送られる前に等で行われることができる。いくつかの例においては、サポートされているプロトコルの定期的なリフレッシュによって、新たなプロトコルが利用可能になると、それらを使用することができる。

10

【0016】

発見モジュール1080は、どの通信プロトコルがデバイス1010によってサポートされているかを決定する。これは、アプリケーション1040又はアプリケーション層通信プロトコルモジュール1050とのプロセス間通信によってなされることができる。他の例においては、これは、情報をデータストア1120から読み出すことによって達成することができる。アプリケーション層通信プロトコルモジュール1050又はアプリケーション1040は、サポートされているアプリケーション層通信プロトコルをデータストア1120のレジストリに記録することができる。

20

【0017】

発見モジュール1080は、アプリケーション1040と通信して、アプリケーション1040の一つ以上の通信特徴を決定してもよい。これは、アプリケーション1040の一つからのメッセージの受信、アプリケーション1040のインストール、選択モジュール1070のインストール等の一つ以上によりなされてよい。いくつかの例においては、一度、アプリケーション1040の通信特徴が決定されたら、データストア1120に記憶され、その後続くメッセージに用いられる。アプリケーション1040の通信特徴は、一度記憶されたら、定期的に更新されることができる（例えば、最後の更新から所定の期間が経過した後）。

30

【0018】

通信特徴の例としては、片道レイテンシ耐性、往復レイテンシ耐性（例えば、ラウンドトリップタイム）、パケット損失耐性、ジッタ耐性、バンド幅要件、アクノリッジメントが必要とされるか否かについて、符号誤り率耐性、誤り率耐性、可用性、メッセージが少なくとも一回搬送されることが必要か否かについて、及びメッセージは一度だけ搬送される可能性があるか否かについて、のうち一つ以上が含まれる。これらの特徴は、クオリティオブサービス（QoS）特徴と称されることができる。

【0019】

ネットワーク分析モジュール1100は、デバイス1010と通信の受信者（例えば、リモートデバイス1020等のリモートデバイス）との間のネットワーク接続の一つ以上の特徴を決定することができる。ネットワーク特徴の例としては、片道レイテンシ、往復レイテンシ（例えば、ラウンドトリップタイム）、パケット損失、ジッタ、バンド幅、符号誤り率、誤り率、可用性等が含まれる。ネットワークの特徴は、一つ以上のテストパケットをネットワークを介して送信することにより、又はリモートデバイス1020に受信又は送信された過去のトラフィックの分析により、決定されてよい。例えば、インターネットコントロールメッセージプロトコル（ICMP）エコーリクエストパケットを送信する（例えば、リモートデバイスにピング（ping）する）ことで、デバイス1010は、RTT、誤り率、パケット損失等を決定することができる。いくつかの例においては、ジッ

40

50

タ等の特徴は、経時的に接続レイテンシにおける変動性を分析することより決定されることができ、これらのネットワーク接続の特性はデータストア1120に記憶されることができ、経時的な測定を用いて計算された、ジッタ等の特性については、レイテンシ等の履歴値がデータストア1120に記憶されることができ、特徴が定期的に発見モジュール1080によって計算されることができ、

【0020】

データストア1120は一つ以上のストレージデバイスを含み、一つ以上の関係データベースにより管理されることができ、データベースは、関係データベースに対して発行される一つ以上のコマンドを用いて、検索される、又は項目が追加、削除若しくは移動されることができ、コマンドは、構造化照会言語（SQL）等の一つ以上のプログラミング言語に従ってフォーマット化される。データストア1120は、一つ以上のアプリケーション（例えば、アプリケーション1040）の通信特徴、デバイスと一つ以上のリモートデバイスとの間の経時的なネットワーク接続の特徴等を記憶することができる。例えば、データストアは、ネットワーク接続による特定のリモートデバイスへ送信された各メッセージについてのプロトコル、レイテンシ、アプリケーションレイテンシ耐性、アクノリジメントが必要とされたか否か、ペイロードサイズ及び送信時間等の過去の送信の通信パラメータを記憶する履歴データベーステーブルを記憶することができる。異なるリモートデバイスとの各通信セッションは、別々のテーブルに記憶されることができ、履歴データベースの例としては、

【表1】

プロトコル	測定ネットワークレイテンシ (ms)	アプリケーション特徴			実送信時間 (ms)
		レイテンシ耐性 (ms)	アクノリジメント要？	ペイロードサイズ (kB)	
CoAP	35	38	アクノリジメント不要	3	40
MQTT	35	38	アクノリジメント不要	3	35
OPC UA	35	38	アクノリジメント不要	3	15
...

のようであってよい。

【0021】

履歴データベースのフィールドは、上記特徴を備えた過去のメッセージに由来している。例えば、送信前の測定ネットワークレイテンシが35msで、CoAPで送信された3kBのメッセージは、実送信時間が40msであった。アプリケーションは、38msのレイテンシ耐性が必要とされるメッセージを送信し、アクノリジメントを必要としなかった。履歴データベースは、デバイス上での複数のアプリケーション1040からの実世界のメッセージを捉えていることに留意されたい。これにより、デバイス上の各アプリケーションは、メッセージを送信したアプリケーションにかかわらず、特定の宛先のデバイスに送信された全ての過去のメッセージから得た情報により利益を得ることができる。

【0022】

履歴データベースのテーブルは特定の宛先のデバイスに特有なものとして説明されているが、他の例においては、履歴データベースは全ての宛先に共通であってよい。これは、より完全なデータを得る利益がある一方で、ネットワーク条件が、各異なるデバイスにつ

いて、異なるネットワーク経路間で実質的に変化し得るため、正確性がより低下する可能性がある。

【 0 0 2 3 】

さらに追加的な例においては、履歴データベースは、同一のテーブルでの類似するネットワーク位置を有する異なるリモートデータベースについての履歴データを集約することができる。例えば、同ドメイン、同一のサブネット、ローカルネットワーク等での二つの異なるデバイスについては、まとめて記憶された履歴データとすることができる。これにより、適切なアプリケーション層通信プロトコルの選択を決定する付加的なデータが提供されるが、同時に異なるデバイス間で起きるネットワーク条件間での変動を最小限にする工程が取り入れられる。二つのデバイスは、デバイスとのネットワーク接続の特徴が同一のテーブルに記憶されるのに、十分な程度類似しているか否かについては、例えば、リモートデバイスのIPアドレスの比較に基づいて、決定されることができる。

10

【 0 0 2 4 】

制御モジュール 1 0 9 0 は、一つ以上のネットワーク接続の特徴と、メッセージを送信する一つ以上のアプリケーションの通信特徴を利用して、履歴データベースを用いた適切なアプリケーションメッセージングプロトコルを選択することができる。種々の例においては、選択モジュール 1 0 7 0 は、最も速い送信時間を有し、アプリケーションの最低通信特徴も満たすメッセージングプロトコルを選択することができる。

【 0 0 2 5 】

例えば、選択モジュール 1 0 7 0 は、履歴データベースを用いて、現在のメッセージに対して最適なアプリケーション層通信プロトコルを選択する。選択モジュール 1 0 7 0 は、まず、メッセージを送信し、現在の測定ネットワークレイテンシ（又は、測定レイテンシの所定の閾値以内）に合致し、ペイロードサイズ（又は、ペイロードサイズの所定の閾値以内）に合致する、アプリケーションの最低アプリケーション特徴を満たすテーブルの行を選択する。そして、選択モジュール 1 0 7 0 は、履歴で最も短い送信時間を生成した行を選択する。選択された行でのプロトコルの列でのプロトコルが、このメッセージについて使用されるアプリケーション層通信プロトコルとして選択される。

20

【 0 0 2 6 】

様々な例において、この適応的プロトコル選択は、アプリケーション 1 0 4 0 に対して透過的に実装されることができる。例えば、アプリケーション 1 0 4 0 は、アプリケーション層通信プロトコルモジュール 1 0 5 0 を介した様々なプロトコル（例えば、HTTP）を用いてメッセージを送信するように設計されてよい。装置上の選択モジュール 1 0 7 0 は、このメッセージを送信前に傍受して（intercept）、理想的なプロトコルを選択し、メッセージ内容を除去し、アプリケーション層通信プロトコルモジュール 1 0 5 0 を介して選択されたプロトコルを用いて、メッセージを再パッケージする。選択モジュール 1 0 7 0 は、リモートデバイスから応答又は他のメッセージを受信すると、選択されたプロトコルからの到来メッセージをアプリケーション固有の（native）プロトコルにも変換することができる。選択モジュール 1 0 7 0 は、データストア 1 1 2 0 の各メッセージのオリジナルのプロトコルを追跡して、任意の応答をそのオリジナルのプロトコルに再変換する。他の例においては、アプリケーション 1 0 4 0 は、メッセージ内容を、適切なプロトコルをその後を選択する選択モジュール 1 0 7 0 に直接送信し、アプリケーション層通信プロトコルモジュール 1 0 5 0 を用いてメッセージを形成し、下位層通信プロトコルモジュール 1 0 6 0 を用いてメッセージを送信することができる。

30

40

【 0 0 2 7 】

他の例においては、ここで開示された方法は、アプリケーションそのもの内で実装されてよく、その実装を支援することのできる様々なサービスが定められてよい。例えば、選択モジュール 1 0 7 0 は、アプリケーションに一つ以上のライブラリ機能を提供して、適切なアプリケーション層通信プロトコルの選択を支援してよい。

【 0 0 2 8 】

ここで図 2 を参照すると、本開示のいくつかの例に従う、メッセージに対して、アプリ

50

ケーション層通信プロトコルを動的に選択する方法 2 0 0 0 のフローチャートが示されている。この処理は、一度、アプリケーション 1 0 4 0（例えば、ソースアプリケーション）がメッセージを送信したら、メッセージ単位ベースで行われることができる。動作 2 0 1 0 では、デバイス（例えば、図 1 の発見モジュール 1 0 8 0）は通信しているリモートデバイスでサポートされているアプリケーション層通信プロトコルを発見することができる。いくつかの例においては、これは、キャッシュ又はデータストア 1 1 2 0 等のデータベースに保存されているデータを読み出すことによって達成されることことができる。サポートされているアプリケーション層通信プロトコルが既に決定され、記憶されていてもよい。データストア 1 1 2 0 にデータが記憶されていなければ、サポートされているアプリケーション層通信プロトコルは、HTTP 等の利用可能なアプリケーション層通信プロトコルを用いて、リモートデバイスの利用可能なメッセージブローカ（例えば、リモートデバイスで利用可能なアプリケーション層通信プロトコルモジュール）に要求することによって決定されることができる。これらの例においては、HTTP GET を用いたリプレゼンテーションステートトランスファー（RESTful）クエリが、リモートデバイスの既知の URL に利用されることができ、利用可能なアプリケーション層通信プロトコルを得る。その情報は、その後、データストア（例えば、図 1 のデータストア 1 1 2 0）に保存されることができる。その情報は一つ以上のデータベースコマンドを用いて保存されることができる。例えば、データベースが SQLite データベースである場合は、テーブルに行を挿入する一つ以上のコマンドがリモートデバイスによりインデックス化される。

10

20

【 0 0 2 9 】

動作 2 0 2 0 では、デバイスは適切なアプリケーション層通信プロトコルを選択する。この動作は、後述の図 3 でさらに説明する。一度、アプリケーション層通信プロトコルが選択されると、動作 2 0 3 0 では、選択されたアプリケーション層通信プロトコルによって特定されるメッセージのフォーマット及び構成の規則に従ってメッセージが構成される。これは、アプリケーション層通信プロトコルモジュール 1 0 5 0 の一つによって行われることができる。いくつかの例においては、この動作は、メッセージを送信するアプリケーションから現在のメッセージペイロードを取得することを含む。そのメッセージペイロードは、アプリケーションを通じて直接的に取得されることができる。例えば、アプリケーション 1 0 4 0 が、関数パラメータがメッセージである、選択モジュール 1 0 7 0 により提供される選択機能呼び出すことができる。選択モジュール 1 0 7 0 は、その後、選択されたアプリケーション層通信プロトコルに対応する適切なアプリケーション層通信プロトコルモジュールへのメッセージを送付（route）することができる。他の例においては、アプリケーション 1 0 4 0 は、選択されたアプリケーション層のプロトコルそのものにメッセージを送付してよい。この例においては、選択モジュールは、単に選択のみを行い、アプリケーション 4 0 0 に任せて、適切にメッセージを送付する。さらに、他の例においては、メッセージはアプリケーションにより選択された異なるアプリケーション層通信プロトコルで既に符号化されたメッセージから抽出されてのものであってよい（例えば、選択モジュールの動作がエンドアプリケーションに透過である場合）。メッセージペイロードは、構成され、フォーマットされることができ、必要なヘッダが付け加えられること

30

40

【 0 0 3 0 】

動作 2 0 4 0 では、メッセージがリモートデバイスに発送される。いくつかの例においては、これは、メッセージを下位レベルの通信プロトコルを通過させることを組み込む。例えば、図 1 の下位層通信プロトコルモジュール 1 0 6 0 によって実装されるように、TCP/IP ヘッダを付加し、最終的にはそれを物理的媒体上に（例えば、有線で、無線送信を介して等）送信する。例えば、図 4 のネットワークインタフェースデバイス 4 0 2 0 を用いる。いくつかの例においては、これは、リモートデバイスへの接続を開始すること

50

を必要としてよい（例えば、TCPセッション、アプリケーション層接続等）。一度、メッセージが送信されると、履歴データベースは送信の通信パラメータで更新されることができる。例えば、選択プロトコル、メッセージ送信時間、アプリケーションの通信特徴、ペイロードサイズ、デバイスとリモートデバイスとの間のネットワーク接続の特徴のタブリを記憶する行が追加されることができる。例えば、行は、S Q L i t e 命令文の使用を通じて挿入されることができる。いくつかの例においては、履歴データベースは図1のデータストア1120であることができる。

【0031】

ここで、図3を参照すると、本開示のいくつかの例に従う、アプリケーション層通信プロトコルを動的に選択する方法3000のフローチャートが示されている。動作3010では、デバイスは、デバイスと通信の受信者（例えば、リモートデバイス）との間のネットワーク接続の一つ以上の特徴を検出することができる。例えば、これは、図1のネットワーク分析モジュール1100によってなされることができる。これらの特徴は、片道レイテンシ、往復レイテンシ（例えば、ラウンドトリップタイム）、パケット損失、ジッタ、バンド幅、符号誤り率、誤り率、可用性を含むことができる。いくつかの例においては、これは、R T T をテストするため、リモートデバイスへのI C M P エコーリクエストを発行する「ピング（ping）」コマンドを発行することによってなされることができる。一つ以上のネットワーク特徴が図1のデータストア1120等のローカルデータベースに記憶されることができる。例えば、行又は列はS Q L i t e 命令文の使用を通じてテーブルに挿入されることができる。

【0032】

動作3020では、デバイス（例えば、図1の発見モジュール1080）は、メッセージを送信しているアプリケーションの一つ以上の通信特徴を決定することができる。いくつかの例においては、これは、ローカルデータベース（例えば、データストア1120）又はキャッシュへの問い合わせ（例えば、S Q L i t e クエリコマンド）による、以前に記憶されたアプリケーションの通信特徴の取り出し（アプリケーションとの以前の通信を通じて以前に記憶された、又はアプリケーションがデータベースに特徴を置いておく（place）ことができる）を組み込む。ローカルデータベースがアプリケーションの通信特徴についての情報を含んでいない場合は、デバイスは、アプリケーションプログラミングインタフェース（A P I）を通じてアプリケーションに問い合わせをすることができる。例えば、選択モジュール1070が、選択モジュール1070及びアプリケーション1040の両方によって実装されたA P I を用いてアプリケーション1040に問い合わせをすることができる。他の例においては、アプリケーションがインストールされるときに、この情報がレジストリ又は他の中央ストア（データストア1120又はいくつかの他のデータストレージロケーション）に書き込まれてよい。さらに、追加的な例においては、通信特徴はアプリケーションのメッセージング履歴の観察に基づいて決定されてよい。例えば、レイテンシ要件はアプリケーション送信リトライ要求の観察し、そして、以前のメッセージが時間通りに到着しなかったと推察することを通じて決定されることができ、レイテンシ要件は、その時の目的地までのネットワークレイテンシよりも小さい。同様に、アクノリッジメント要件も、アプリケーションによって送信/受信されたアクノリッジメントとして観察されることができる。ペイロードサイズは、アプリケーションによって送信されたメッセージのサイズに基づいて決定されることができる。

【0033】

一度、アプリケーションの通信特徴が決定されると、それらはデータベース（例えば、データストア1120）に記憶されることができる。通信特徴の例としては、片道レイテンシ耐性、往復レイテンシ耐性（例えば、ラウンドトリップタイム）、パケット損失耐性、ジッタ耐性、バンド幅要件、アクノリッジメントが必要とされるか否かについて、符号誤り率耐性、誤り率耐性、可用性、メッセージが少なくとも一回搬送されることが必要か否かについて、及びメッセージは一度だけ搬送される可能性があるか否かについて、のうち一つ以上が含まれる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

動作 3 0 3 0 では、システム（例えば、制御モジュール 1 0 9 0）は、履歴データベースに問い合わせ、最適なアプリケーション層通信プロトコルを決定することができる。例えば、選択モジュール 1 0 7 0 は、履歴データベースに問い合わせ、現在のメッセージに対して、最適なアプリケーションプロトコルを選択することができる。選択モジュール 1 0 7 0 は、現在の測定ネットワークレイテンシ（又は、測定レイテンシの所定の閾値以内）に合致し、ペイロードサイズ（又は、ペイロードサイズの所定の閾値以内）に合致する、アプリケーションの最低アプリケーション特徴を満たすテーブルの行を選択する。そして、選択モジュール 1 0 7 0 は、履歴で最も短い送信時間を生成した行を選択する。そして、データベースのプロトコルの列でのアプリケーション層通信プロトコルが、最適なアプリケーション層通信プロトコルとして選択される。

10

【 0 0 3 5 】

いくつかの例においては、デバイスにより選択され、履歴データベースから、アプリケーションの通信特徴に合致する複数の行が所定の閾値よりも低い場合は、アプリケーション層通信プロトコルを適切に選択するには十分な履歴情報がない可能性がある。この状況では、アプリケーションの通信特徴に合致するプロトコルはランダムで選択されることができる。

【 0 0 3 6 】

この処理が異なる時間で反復されるときには、選択されるアプリケーション層の通信プロトコルが異なっていることができると理解される。例えば、アプリケーションにより送信された一つのメッセージは第一選択アプリケーション層通信プロトコルを用いて送信されることができるが、異なる時間で送信される他のメッセージは、ネットワーク接続の特徴の新たな測定結果として、又はアプリケーションの通信特徴の変更結果として、他の異なるアプリケーション層通信プロトコルを用いて送信されることができる。

20

【 0 0 3 7 】

いくつかの例においては、リモートデバイスでサポートされているプロトコルが新たなプロトコルを組み込むように変更される可能性がある。ゆえに、新たなプロトコルより前に書き込まれているアプリケーションが、アプリケーションのコードの変更なしで動的にこの新たなプロトコルの恩恵を受けることができる。

【 0 0 3 8 】

本発明のプロトコル選択の潜在的な使用事例として、IoT環境を前述したが、他の非IoTの使用事例、例えば、非IoT環境でのデバイスでも利用されることができる。さらに、アプリケーション層通信プロトコルの適応的選択を前述したが、本開示の恩恵により、当業者であれば、プロトコルスタックの他の階層も適応的に選択されることができると理解するものである。

30

【 0 0 3 9 】

図 4 は、ここで述べられた一つ以上の技術（例えば、手法）が行われる例示のマシン 4 0 0 0 のブロック図を示す。別の実施形態においては、マシン 4 0 0 0 は、スタンドアロンデバイスとして動作してもよく、他のマシンに接続（例えば、ネットワーク接続）されていてもよい。ネットワーク配置においては、マシン 4 0 0 0 は、サーバ - クライアントネットワーク環境において、サーバマシン、クライアントマシン又はその両方の性質で動作することができる。例においては、マシン 4 0 0 0 は、ピアトゥーピア（P2P）（又は他の分散）ネットワーク環境でのピアマシンとして活動することができる。マシン 4 0 0 0 は、IoTデバイス、パーソナルコンピュータ（PC）、タブレットPC、セットトップボックス（STB）、パーソナルデジタルアシスタント（PDA）、携帯電話、スマートフォン、ウェブアプライアンス、ネットワークルータ、スイッチ若しくはブリッジ、又はその他の、マシンにより取られるべき活動を特定する（順次的又は別のやり方の）命令（instructions）を実行することができるマシンでよい。マシン 4 0 0 0 は、図 1 のデバイス 1 0 1 0 を実装することができる。さらに、単一のマシンだけが示されているが、文言「マシン」は、クラウドコンピューティング、ソフトウェアアズアサービス（SaaS

40

50

）、他のコンピュータクラスタ構成等、ここで述べられた一つ以上の手法を行う命令セット（又は複数のセット）を個々に又は連携して実行する任意のマシン群を含むと捉えられるべきでもある。

【0040】

ここで説明されたように、例は、ロジック又は多くのコンポーネント、モジュール若しくは機構を含んでよい、又はそれら上で動作してよい。モジュールは、特定された動作を行うことのできる有形のエンティティ（例えば、ハードウェア）であり、あるやり方で構成又は配置されていることができる。例においては、回路がモジュールとして、特定のやり方で（例えば、内部に、又は他の回路等の外部エンティティに関して）配置されていることができる。例においては、一つ以上のコンピュータシステム（例えば、スタンドアロン、クライアント又はサーバコンピュータシステム）又は一つ以上のハードウェアプロセッサの全体又は一部が、特定の動作を行うように動作するモジュールとして、ファームウェア又はソフトウェアによって構成されてよい。例において、ソフトウェアはマシン読み取り可能媒体上に存することができる。例において、ソフトウェアは、モジュールの基礎をなすハードウェアによって実行されると、ハードウェアに特定の動作を行わせる。

【0041】

したがって、文言「モジュール」は、物理的に構成され、具体的に構成され（例えば、ハードワイヤード）、又は仮に（例えば、一時的）構成され（例えば、プログラムされ）て、特定のやり方で動作する、又はここで説明された任意の動作の一部又は全部を行う、エンティティである有形のエンティティを包含すると理解される。モジュールが仮に構成された例を考慮すると、モジュールの各々が時間の任意の瞬間にインスタンス化されている必要はない。例えば、モジュールがソフトウェアを使用して構成された汎用ハードウェアプロセッサ（コンピュータプロセッサ）を含む場合に、汎用ハードウェアプロセッサは、異なる時間ではそれぞれ異なるモジュールとして構成されることができる。ソフトウェアは、ゆえに、ハードウェアプロセッサを構成してよく、例えば、時間のあるインスタンスでは特定のモジュールを構成し、時間の異なるインスタンスでは異なるモジュールを構成することができる。

【0042】

マシン4000（例えば、コンピュータシステム）は、ハードウェアプロセッサ4002（例えば、セントラルプロセッシングユニット（CPU）、グラフィクスプロセッシングユニット（GPU）、ハードウェアプロセッサコア又はそれらの任意の組み合わせ）、メインメモリ4004及びスタティックメモリ4006を含むことができ、それらのいくつか又は全てはインターリンク4008（例えば、バス）を介して互いに通信することができる。マシン4000は、さらに、ディスプレイユニット4010、英数字入力デバイス4012（例えば、キーボード）及びユーザインタフェース（UI）ナビゲーションデバイス4014（例えば、マウス）をさらに含むことができる。例において、ディスプレイユニット4010、英数字入力デバイス4012及びUIナビゲーションデバイス4014は、タッチスクリーンディスプレイであることができる。マシン4000は、追加的に、ストレージデバイス4016（例えば、ドライブユニット）、信号生成デバイス4018（例えば、スピーカ）、ネットワークインタフェースデバイス4020及びグローバルポジショニングシステム（GPS）センサ、コンパス、加速度計又は他のセンサ等の一つ以上のセンサ4021を含むことができる。マシン4000は、一つ以上の周辺デバイス（例えば、プリンタ、カードリーダー等）と通信する又はこれを制御する、シリアル（例えば、ユニバーサルシリアルバス（USB））、パラレル、又は他の有線若しくは無線（例えば、赤外線（IR）、近距離通信（NFC）等）接続の出力コントローラ4028を含むことができる。

【0043】

ストレージデバイス4016は、ここで説明された任意の一つ以上の技術又は機能を具体化する又それらにより利用されるデータ構造又は命令4024（例えば、ソフトウェア）の一つ以上のセットが記憶されたマシン読み取り可能媒体4022を含むことができる

10

20

30

40

50

。命令4024は、メインメモリ4004内、スタティックメモリ4006内、又はマシン4000により実行中のハードウェアプロセッサ内に、完全に又は少なくとも部分的に存することもできる。例において、ハードウェアプロセッサ4002、メインメモリ4004、スタティックメモリ4006又はストレージデバイス4016の一つ又は任意の組み合わせがマシン読み取り可能媒体を構成してもよい。

【0044】

マシン読み取り可能媒体4022は、単一媒体として示されているが、文言「マシン読み取り可能媒体」は、一つ以上の命令4024を記憶するように構成された単一媒体又は複数媒体（例えば、集約若しくは分散データベース、及び/又はこれに関連づけられたキャッシュとサーバ）を含むことができる。

10

【0045】

文言「マシン読み取り可能媒体」は、マシン4000による実行のための命令であって、本開示の任意の一つ以上の技術をマシン4000に行わせる命令を記憶する、符号化する若しくは搬送することのできる、又はそのような命令に使用される若しくはこれに関連付けられたデータ構造を記憶する、符号化する若しくは搬送することのできる任意の媒体を含むことができる。非限定的にマシン読み取り可能媒体の例としては、ソリッドステートメモリ並びに、光学及び磁気媒体を含むことができる。マシン読み取り可能媒体の具体的な例としては、半導体メモリデバイス（例えば、電氣的プログラマブル読み取り専用メモリ（EPROM）、電氣的消去可能プログラマブル読み取り専用メモリ（EEPROM））及びフラッシュメモリ等の不揮発性メモリ、内部ハードディスク及びリムーバブルディスク等の磁気ディスク、ランダムアクセスメモリ（RAM）、ソリッドステートドライブ（SSD）並びにCD-ROM及びDVD-ROMディスクが含まれてよい。いくつかの例においては、マシン読み取り可能媒体は、非一時的なマシン読み取り可能媒体を含んでよい。いくつかの例においては、マシン読み取り可能媒体は一時的な伝搬信号ではないマシン読み取り可能媒体を含んでよい。

20

【0046】

命令4024は、さらに、ネットワークインタフェースデバイス4020を介して送信媒体を用いて通信ネットワーク4026（例えば、コンピュータネットワーク）を介して送受信されることができる。マシン4000は、多数の転送プロトコル（例えば、フレームリレー、インターネットプロトコル（IP）、トランスミッションコントロールプロトコル（TCP）、ユーザデータグラムプロトコル（UDP）、ハイパーテキストトランスファープロトコル（HTTP）等）の任意の一つを利用して一つ以上の他のマシンと通信することができる。通信ネットワークの例としては、とりわけ、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）、パケットデータネットワーク（例えば、インターネット）、携帯電話ネットワーク（例えば、セルラーネットワーク）、基本電話（POTS）ネットワーク、無線データネットワーク（例えば、WiFiとして知られる米国電気電子学会（IEEE）802.11標準ファミリ、WiMaxとして知られるIEEE802.16標準ファミリ）、IEEE802.15.4標準ファミリ、ロングタームエボリューション（LTE）標準ファミリ、ユニバーサルモバイルテレコミュニケーションズシステム（UMTS）標準ファミリ、ピアツーピア（P2P）ネットワークが含まれてよい。例において、ネットワークインタフェースデバイス4020は、一つ以上の物理的ジャック（例えば、イーサネット（登録商標）、同軸又は電話ジャック）又は、一つ以上のアンテナを含むことができ、通信ネットワーク4026に接続する。例において、ネットワークインタフェースデバイス4020は、複数のアンテナを含むことができ、単入力多出力（SIMO）、多入力多出力（MIMO）及び多入力単出力（MISO）技術の少なくとも一つを用いて無線通信する。いくつかの例においては、ネットワークインタフェースデバイス4020は、マルチユーザMIMO技術を用いて無線通信することができる。

30

40

【0047】

その他の事項及び例

50

例1は、リモートデバイスと通信する方法であって、その方法は、コンピュータプロセッサ及びネットワークインタフェースを使用する工程と、リモートデバイスのサポートされているアプリケーション層通信プロトコルのセットを発見する工程と、リモートデバイスと通信するのに使用されるコンピュータネットワークの特徴及びメッセージのソースアプリケーションの通信特徴に基づいて、ソースアプリケーションから受信したメッセージに対して、サポートされているアプリケーション層通信プロトコルのセットのうち一つを、選択アプリケーション層通信プロトコルとして選択する工程と、選択アプリケーション層通信プロトコルに従って、メッセージを構築する工程と、選択アプリケーション層通信プロトコル及びネットワークインタフェースを使用して、コンピュータネットワークを介して、メッセージをリモートデバイスに送信する工程と、を含む方法である。

10

【0048】

例2では、例1の主題が任意で、リモートデバイスへの送信のための第二メッセージをソースアプリケーションから受信する工程と、リモートデバイスと通信するのに使用されるコンピュータネットワークの特徴の新たな計測結果及びメッセージのソースアプリケーションの通信特徴に基づいて、メッセージに対して、サポートされているアプリケーション層通信プロトコルのセットのうち一つを、第二選択アプリケーション層通信プロトコルとして選択し、第二選択アプリケーション層通信プロトコルに従って、第二メッセージを構築する工程と、コンピュータネットワークを介して、メッセージをリモートデバイスに送信する工程と、を含み、メッセージを構築し、送信するのに使用される選択アプリケーション層通信プロトコルは、第二メッセージを構築するのに使用される第二選択アプリケーション層通信プロトコルとは異なるアプリケーション層通信プロトコルである。

20

【0049】

例3では、例1から例2の一つ以上の主題が任意で、選択アプリケーション層通信プロトコルは、ハイパーテキストトランスファープロトコル(H T T P)、コンストレインドアプリケーションプロトコル(C o A P)、MQテレメトリートランスポート(M Q T T)プロトコル及びO P Cユニファイドアーキテクチャ(U A)プロトコルのうちの一つである、ことを含む。

【0050】

例4では、例1から例3の一つ以上の主題が任意で、リモートデバイスのサポートされているアプリケーション層通信プロトコルのセットを発見する工程は、ハイパーテキストトランスファープロトコル(H T T P) G E Tリクエストを使用して、リモートデバイスから利用可能なメッセージブローカを要求する工程を含む、ことを含む。

30

【0051】

例5では、例1から例4の一つ以上の主題が任意で、リモートデバイスと通信するのに使用されるコンピュータネットワークの特徴及びメッセージのソースアプリケーションの通信特徴に基づいて、ソースアプリケーションから受信したメッセージに対して、サポートされているアプリケーション層通信プロトコルのセットのうち一つを、選択アプリケーション層通信プロトコルとして選択する工程は、コンピュータネットワークの特徴を検出する工程と、ソースアプリケーションの通信特徴を決定する工程と、コンピュータネットワークの特徴及びソースアプリケーションの通信特徴に一致するデータベースの行を選択する工程と、最も送信時間の短い選択行に対応するアプリケーション層通信プロトコルを選択する工程と、を含む、ことを含む。

40

【0052】

例6では、例5の主題が任意で、コンピュータネットワークの特徴は、片道レイテンシ、往復レイテンシ、パケット損失、ジッタ、バンド幅、符号誤り率、誤り率及び可用性のうちの一つである、ことを含む。

【0053】

例7では、例5から例6の一つ以上の主題が任意で、通信特徴は、片道レイテンシ耐性、往復レイテンシ耐性、パケット損失耐性、ジッタ耐性、バンド幅要件、アクノリッジメントが必要とされるか否かについて、符号誤り率耐性、誤り率耐性、可用性、メッセージ

50

が少なくとも一回搬送されることが必要か否かについて、及びメッセージは一度だけ搬送される可能性があるか否かについて、のうち一つである、ことを含む。

【 0 0 5 4 】

例 8 では、例 5 から例 7 の一つ以上の主題が任意で、送信されたメッセージの通信パラメータに基づいてデータベースを更新する工程を含む。

【 0 0 5 5 】

例 9 は、プロセッサと、ネットワークインタフェースと、プロセッサにより実行されると、プロセッサに、リモートデバイスのサポートされているアプリケーション層通信プロトコルのセットを発見させ、リモートデバイスと通信するのに使用されるコンピュータネットワークの特徴及びメッセージのソースアプリケーションの通信特徴に基づいて、ソースアプリケーションから受信したメッセージに対して、サポートされているアプリケーション層通信プロトコルのセットのうち一つを、選択アプリケーション層通信プロトコルとして選択させ、選択アプリケーション層通信プロトコルに従って、メッセージを構築させ、選択アプリケーション層通信プロトコル及びネットワークインタフェースを使用して、コンピュータネットワークを介して、メッセージをリモートデバイスに送信させる、命令を含む非一時的なマシン読み取り可能媒体と、を含むデバイスである。

【 0 0 5 6 】

例 10 では、例 9 の主題が任意で、命令は、プロセッサに、リモートデバイスへの送信のための第二メッセージをソースアプリケーションから受信させ、リモートデバイスと通信するのに使用されるコンピュータネットワークの特徴の新たな計測結果及びメッセージのソースアプリケーションの通信特徴に基づいて、メッセージに対して、サポートされているアプリケーション層通信プロトコルのセットのうち一つを、第二選択アプリケーション層通信プロトコルとして選択させ、第二選択アプリケーション層通信プロトコルに従って、第二メッセージを構築させ、コンピュータネットワークを介して、メッセージをリモートデバイスに送信させる、命令を含み、メッセージを構築し、送信するのに使用される選択アプリケーション層通信プロトコルは、第二メッセージを構築するのに使用される第二選択アプリケーション層通信プロトコルとは異なるアプリケーション層通信プロトコルである、ことを含む。

【 0 0 5 7 】

例 11 では、例 9 から例 10 の一つ以上の主題が任意で、選択アプリケーション層通信プロトコルは、ハイパーテキストトランスファープロトコル (H T T P)、コンストレインドアプリケーションプロトコル (C o A P)、MQ テレメトリートランスポート (M Q T T) プロトコル及び O P C ユニファイドアーキテクチャ (U A) プロトコルのうちの一つである、ことを含む。

【 0 0 5 8 】

例 12 では、例 9 から例 11 の一つ以上の主題が任意で、プロセッサに、リモートデバイスのサポートされているアプリケーション層通信プロトコルのセットを発見させる命令は、プロセッサに、ハイパーテキストトランスファープロトコル (H T T P) G E T リクエストを使用して、リモートデバイスから利用可能なメッセージブローカを要求させる命令を含む、ことを含む。

【 0 0 5 9 】

例 13 では、例 9 から例 12 の一つ以上の主題が任意で、プロセッサに、リモートデバイスと通信するのに使用されるコンピュータネットワークの特徴及びメッセージのソースアプリケーションの通信特徴に基づいて、ソースアプリケーションから受信したメッセージに対して、サポートされているアプリケーション層通信プロトコルのセットのうち一つを、選択アプリケーション層通信プロトコルとして選択させる命令は、プロセッサに、コンピュータネットワークの特徴を検出させ、ソースアプリケーションの通信特徴を決定させ、コンピュータネットワークの特徴及びソースアプリケーションの通信特徴に一致するデータベースの行を選択させ、最も送信時間の短い選択行に対応するアプリケーション層通信プロトコルを選択させる、命令を含む、ことを含む。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 0 】

例 1 4 では、例 1 3 の主題が任意で、コンピュータネットワークの特徴は、片道レイテンシ、往復レイテンシ、パケット損失、ジッタ、バンド幅、符号誤り率、誤り率及び可用性のうちの一つである、ことを含む。

【 0 0 6 1 】

例 1 5 では、例 1 3 から例 1 4 の一つ以上の主題が任意で、通信特徴は、片道レイテンシ耐性、往復レイテンシ耐性、パケット損失耐性、ジッタ耐性、バンド幅要件、アクノリッジメントが必要とされるか否かについて、符号誤り率耐性、誤り率耐性、可用性、メッセージが少なくとも一回搬送されることが必要か否かについて、及びメッセージは一度だけ搬送される可能性があるか否かについて、のうち一つである、ことを含む。

10

【 0 0 6 2 】

例 1 6 では、例 1 3 から例 1 5 の一つ以上の主題が任意で、命令は、プロセッサに、送信されたメッセージの通信パラメータに基づいてデータベースを更新させる命令を含む、ことを含む。

【 0 0 6 3 】

例 1 7 は、マシンにより実行されると、マシンに、リモートデバイスのサポートされているアプリケーション層通信プロトコルのセットを発見させ、リモートデバイスと通信するのに使用されるコンピュータネットワークの特徴及びメッセージのソースアプリケーションの通信特徴に基づいて、ソースアプリケーションから受信したメッセージに対して、サポートされているアプリケーション層通信プロトコルのセットのうち一つを、選択アプリケーション層通信プロトコルとして選択させ、選択アプリケーション層通信プロトコルに従って、メッセージを構築させ、選択アプリケーション層通信プロトコルを使用して、コンピュータネットワークを介して、メッセージをリモートデバイスに送信させる、命令を含む、非一時的なマシン読み取り可能媒体。

20

【 0 0 6 4 】

例 1 8 では、例 1 7 の主題が任意で、命令は、プロセッサに、リモートデバイスへの送信のための第二メッセージをソースアプリケーションから受信させ、リモートデバイスと通信するのに使用されるコンピュータネットワークの特徴の新たな計測結果及びメッセージのソースアプリケーションの通信特徴に基づいて、メッセージに対して、サポートされているアプリケーション層通信プロトコルのセットのうち一つを、第二選択アプリケーション層通信プロトコルとして選択させ、第二選択アプリケーション層通信プロトコルに従って、第二メッセージを構築させ、コンピュータネットワークを介して、メッセージをリモートデバイスに送信させる、命令を含み、メッセージを構築し、送信するのに使用される選択アプリケーション層通信プロトコルは、第二メッセージを構築するのに使用される第二選択アプリケーション層通信プロトコルとは異なるアプリケーション層通信プロトコルである、ことを含む。

30

【 0 0 6 5 】

例 1 9 では、例 1 7 から例 1 8 の一つ以上の主題が任意で、選択アプリケーション層通信プロトコルは、ハイパーテキストトランスファープロトコル (H T T P)、コンストレインドアプリケーションプロトコル (C o A P)、MQ テレメトリートランスポート (M Q T T) プロトコル及び O P C ユニファイドアーキテクチャ (U A) プロトコルのうちの一つである、ことを含む。

40

【 0 0 6 6 】

例 2 0 では、例 1 7 から例 1 9 の一つ以上の主題が任意で、プロセッサに、リモートデバイスのサポートされているアプリケーション層通信プロトコルのセットを発見させる命令は、プロセッサに、ハイパーテキストトランスファープロトコル (H T T P) G E T リクエストを使用して、リモートデバイスから利用可能なメッセージブローカを要求させる命令を含む、ことを含む。

【 0 0 6 7 】

例 2 1 では、例 1 7 から例 2 0 の一つ以上の主題が任意で、プロセッサに、リモートデ

50

バイスと通信するのに使用されるコンピュータネットワークの特徴及びメッセージのソースアプリケーションの通信特徴に基づいて、ソースアプリケーションから受信したメッセージに対して、サポートされているアプリケーション層通信プロトコルのセットのうち一つを、選択アプリケーション層通信プロトコルとして選択させる命令は、プロセッサに、コンピュータネットワークの特徴を検出させ、ソースアプリケーションの通信特徴を決定させ、コンピュータネットワークの特徴及びソースアプリケーションの通信特徴に一致するデータベースの行を選択させ、最も送信時間の短い選択行に対応するアプリケーション層通信プロトコルを選択させる、命令を含む、ことを含む。

【 0 0 6 8 】

例 2 2 では、例 2 1 の主題が任意で、コンピュータネットワークの特徴は、片道レイテンシ、往復レイテンシ、パケット損失、ジッタ、バンド幅、符号誤り率、誤り率及び可用性のうちの一つである、ことを含む。

10

【 0 0 6 9 】

例 2 3 では、例 2 1 から例 2 2 の一つ以上の主題が任意で、通信特徴は、片道レイテンシ耐性、往復レイテンシ耐性、パケット損失耐性、ジッタ耐性、バンド幅要件、アクノリッジメントが必要とされるか否かについて、符号誤り率耐性、誤り率耐性、可用性、メッセージが少なくとも一回搬送されることが必要か否かについて、及びメッセージは一度だけ搬送される可能性があるか否かについて、のうち一つである、ことを含む。

【 0 0 7 0 】

例 2 4 では、例 2 1 から例 2 3 の一つ以上の主題が任意で、命令は、プロセッサに、送信されたメッセージの通信パラメータに基づいてデータベースを更新させる命令を含む、ことを含む。

20

【 0 0 7 1 】

例 2 5 は、リモートデバイスのサポートされているアプリケーション層通信プロトコルのセットを発見する手段と、リモートデバイスと通信するのに使用されるコンピュータネットワークの特徴及びメッセージのソースアプリケーションの通信特徴に基づいて、ソースアプリケーションから受信したメッセージに対して、サポートされているアプリケーション層通信プロトコルのセットのうち一つを、選択アプリケーション層通信プロトコルとして選択する手段と、選択アプリケーション層通信プロトコルに従って、メッセージを構築する手段と、選択アプリケーション層通信プロトコルを使用して、コンピュータネットワークを介して、メッセージをリモートデバイスに送信する手段と、を含むデバイスである。

30

【 0 0 7 2 】

例 2 6 では、例 2 5 の主題が任意で、リモートデバイスへの送信のための第二メッセージをソースアプリケーションから受信する手段と、リモートデバイスと通信するのに使用されるコンピュータネットワークの特徴の新たな計測結果及びメッセージのソースアプリケーションの通信特徴に基づいて、メッセージに対して、サポートされているアプリケーション層通信プロトコルのセットのうち一つを、第二選択アプリケーション層通信プロトコルとして選択する手段と、第二選択アプリケーション層通信プロトコルに従って、第二メッセージを構築する手段と、コンピュータネットワークを介して、メッセージをリモートデバイスに送信する手段と、を含み、メッセージを構築し、送信するのに使用される選択アプリケーション層通信プロトコルは、第二メッセージを構築するのに使用される第二選択アプリケーション層通信プロトコルとは異なるアプリケーション層通信プロトコルである。

40

【 0 0 7 3 】

例 2 7 では、例 2 5 から例 2 6 の一つ以上の主題が任意で、選択アプリケーション層通信プロトコルは、ハイパーテキストトランスファープロトコル (H T T P)、コンストレインドアプリケーションプロトコル (C o A P)、MQテレメトリートランスポート (M Q T T) プロトコル及び O P C ユニファイドアーキテクチャ (U A) プロトコルのうちの一つである、ことを含む。

50

【 0 0 7 4 】

例 2 8 では、例 2 5 から例 2 7 の一つ以上の主題が任意で、リモートデバイスのサポートされているアプリケーション層通信プロトコルのセットを発見する手段は、ハイパーテキストトランスファープロトコル (H T T P) G E T リクエストを使用して、リモートデバイスから利用可能なメッセージブローカを要求する手段を含む、ことを含む。

【 0 0 7 5 】

例 2 9 では、例 2 5 から例 2 8 の一つ以上の主題が任意で、リモートデバイスと通信するのに使用されるコンピュータネットワークの特徴及びメッセージのソースアプリケーションの通信特徴に基づいて、ソースアプリケーションから受信したメッセージに対して、サポートされているアプリケーション層通信プロトコルのセットのうち一つを、選択アプリケーション層通信プロトコルとして選択する手段は、コンピュータネットワークの特徴を検出する手段と、ソースアプリケーションの通信特徴を決定する手段と、コンピュータネットワークの特徴及びソースアプリケーションの通信特徴に一致するデータベースの行を選択する手段と、最も送信時間の短い選択行に対応するアプリケーション層通信プロトコルを選択する手段と、を含む、ことを含む。

10

【 0 0 7 6 】

例 3 0 では、例 2 9 の主題が任意で、コンピュータネットワークの特徴は、片道レイテンシ、往復レイテンシ、パケット損失、ジッタ、バンド幅、符号誤り率、誤り率及び可用性のうちの一つである、ことを含む。

【 0 0 7 7 】

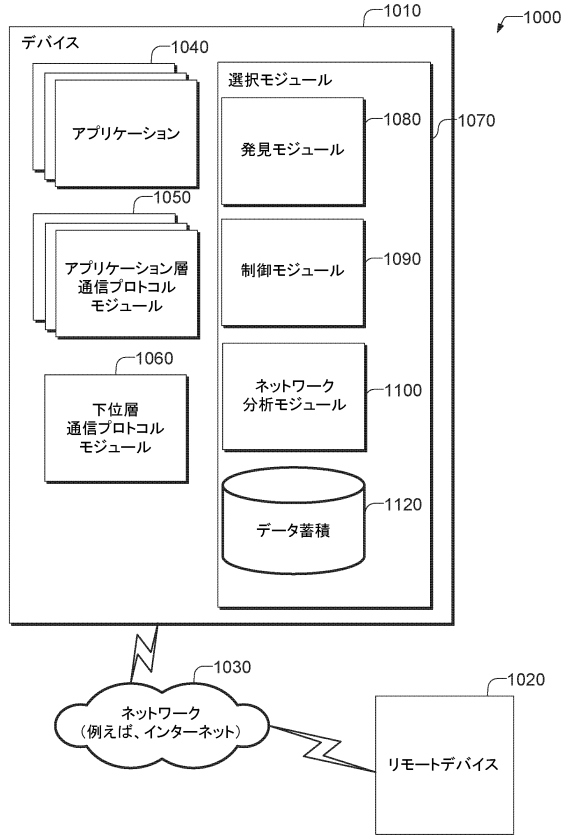
例 3 1 では、例 2 9 から例 3 0 の一つ以上の主題が任意で、通信特徴は、片道レイテンシ耐性、往復レイテンシ耐性、パケット損失耐性、ジッタ耐性、バンド幅要件、アクノリッジメントが必要とされるか否かについて、符号誤り率耐性、誤り率耐性、可用性、メッセージが少なくとも一回搬送されることが必要か否かについて、及びメッセージは一度だけ搬送される可能性があるか否かについて、のうち一つである、ことを含む。

20

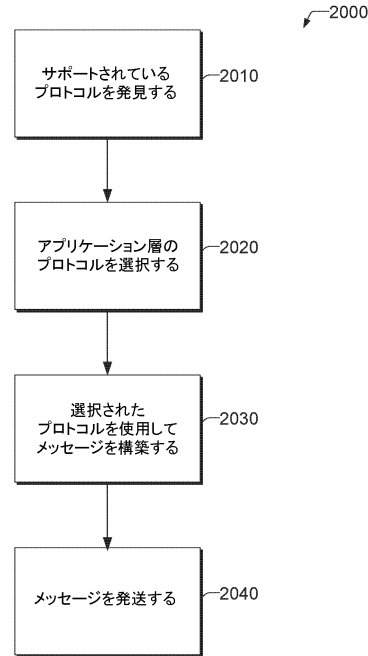
【 0 0 7 8 】

例 3 2 では、例 2 9 から例 3 1 の一つ以上の主題が任意で、送信されたメッセージの通信パラメータに基づいてデータベースを更新する手段を含む。

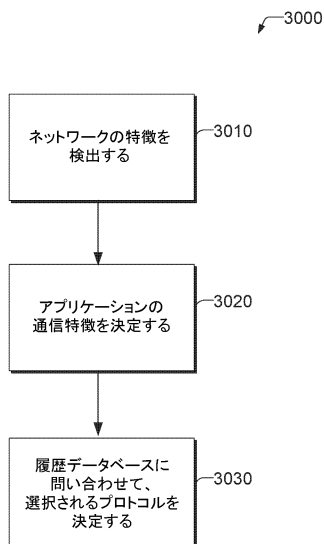
【図1】



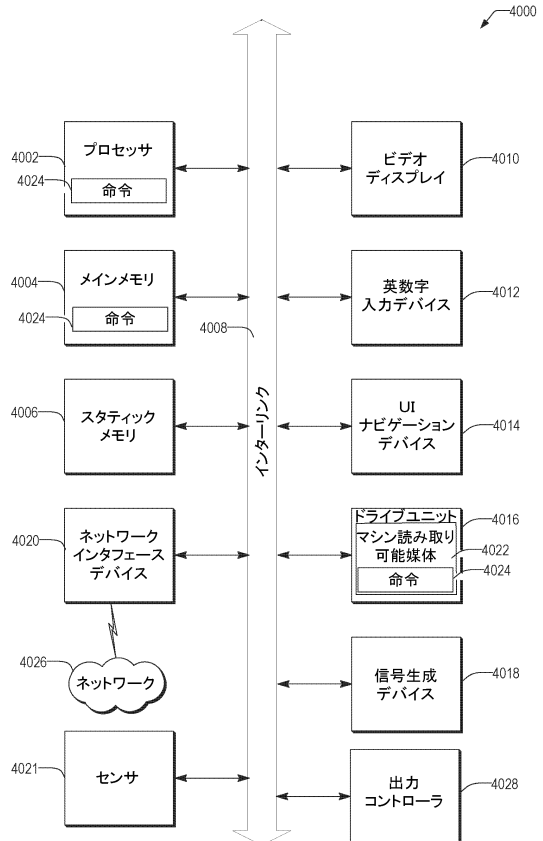
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

- (72)発明者 ウェイル ギビーン
アイルランド キルデア州 リークスリップ インテル アイルランド アイアール 1 - 0 ア
イエルイー オープン ラボ ディー3 - 10
- (72)発明者 キース ノーラン
アイルランド エヌ91 シー7ダブリュー7 ウェストミーズ州 マリンガー アシェフィール
ド 202
- (72)発明者 マイケル ノーラン
アイルランド キルデア州 メイヌース ダンボイン ロード キャッスル パーク ドライヴ
6
- (72)発明者 マーク ケリー
アイルランド キルデア州 リークスリップ コリンズタウン インダストリアル エステート

審査官 小林 義晴

- (56)参考文献 特開2007 - 150697 (JP, A)
特開2004 - 102507 (JP, A)
米国特許出願公開第2012 / 0042060 (US, A1)
- (58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)
G06F 13/00