(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2025年3月13日(13.03.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/052844 A1

(51) 国際特許分類:
H04L 65/80 (2022.01) *H04N 21/437* (2011.01)
G06F 3/01 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/028166

(22) 国際出願日： 2024年8月7日(07.08.2024)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2023-143543 2023年9月5日(05.09.2023) JP

(71) 出願人: 日本電気通信システム株式会社 (**NEC COMMUNICATION SYSTEMS, LTD.**) [JP/JP]; 〒1080073 東京都港区三田一丁目４番２８号 Tokyo (JP).

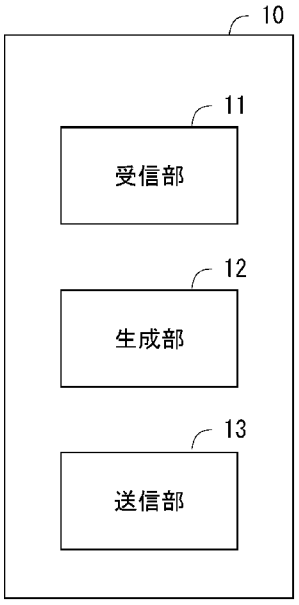
(72) 発明者: アウスト シュテファン(**AUST Stefan**); 〒1080073 東京都港区三田一丁目４番２８号 日本電気通信システム株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 家入 健(**IEIRI Takeshi**); 〒2210835 神奈川県横浜市神奈川区鶴屋町三丁目３３番８ アーバンセンター横浜ウエスト５階 響国際特許事務所 Kanagawa (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

(54) **Title:** TERMINAL, MANAGEMENT SERVER, COMMUNICATION SYSTEM, METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称： 端末、管理サーバ、通信システム、方法及びプログラム



11 Reception unit
12 Generation unit
13 Transmission unit

Fig. 1

(57) **Abstract:** The present disclosure provides a terminal, a management server, a communication system, a method, and a program with which it is possible to improve communication performance of haptic data. A terminal according to an embodiment of the present disclosure comprises: a reception unit that receives haptic data from another terminal connected via a network; a generation unit that, on the basis of an index indicating the communication state of the haptic data, generates instruction information for causing a management server on the network to execute control related to communication of the haptic data with the other terminal; and a transmission unit that transmits the instruction information to the management server.

(57) 要約：本開示は、ハプティックデータの通信パフォーマンスを向上させることが可能な端末、管理サーバ、通信システム、方法及びプログラムを提供する。本開示の一実施の形態にかかる端末は、ネットワークを介して接続されている他の端末からハプティックデータを受信する受信部と、ハプティックデータの通信状態を示す指標に基づいて、ネットワーク上にある管理サーバ宛てに、他の端末とのハプティックデータの通信に関する制御を実行させるための指示情報を生成する生成部と、指示情報を管理サーバに対して送信する送信部を備える。

WO 2025/052844 A1

[続葉有]

HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国（表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能）：ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

— 国際調査報告（条約第21条(3)）

明　細　書

発明の名称 ：

端末、管理サーバ、通信システム、方法及びプログラム

技術分野

[0001]　本開示は端末、管理サーバ、通信システム、方法及びプログラムに関する。

背景技術

[0002]　ユーザへの様々なサービスを提供可能なシステムが通信技術において開発されている。例えば、特許文献１には、共通のインタフェースを介して、幅広いトピックおよびユーザインテントを処理するためのコンシェルジュアシスタントサービスを備える接続管理システムが開示されている。接続管理システムは、ユーザデバイスから受信した自然言語コミュニケーションのインテントを解釈し、そのインテントに基づいて、自然言語コミュニケーションを受信するソーシャルネットワークメンバーエンドポイントを自動的に決定する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表２０２２－５０２９７７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　近年、送信機器が、離間した場所に位置する受信機器に対して、触覚又は運動感覚（Tactile or kinesthetic）の少なくともいずれかに関するデータであるハプティックデータ（haptic data）を送信する技術が進展している。ハプティックデータを受信した受信機器は、インタフェースを介してそのデータをユーザに伝える。これによって、ユーザは触覚等に関する仮想現実を体験することができる。

[0005]　例えば、遠隔操作を実行するシステムにおいて、ユーザが一方の機器にお

いて遠隔操作を実行した場合、遠隔操作の指示に関するデータが一方の機器から他方の機器に送信される。他方の機器では、その指示に基づく操作がなされる。また、他方の機器は、操作をしたことによって生じたハプティックデータを一方の機器に送信する。ユーザはインタフェースを介してハプティックデータを体感することができるため、実際にその場で何らかの動作をしているような感覚を実感することができる。そのため、ユーザが所望の操作を実行することができる。

[0006] しかしながら、送信機器と受信機器の距離が長くデータの受信タイミングが遅れるような場合、又は通信環境が劣化した場合等では、ユーザが実際にその場で動作をしているような感覚を実感しにくくなり、正確な遠隔操作ができなくなってしまうことが考えられる。特許文献１に記載の技術は、ハプティックの技術を対象としたものではないため、この課題を解決するものではない。

[0007] 本開示は、ハプティックデータの通信パフォーマンスを向上させることが可能な端末、管理サーバ、通信システム、方法及びプログラムを提供することを目的の一例とする。なお、この目的は、ここに開示される複数の実施形態が達成しようとする複数の目的の１つに過ぎないことに留意されるべきである。その他の目的又は課題と新規な特徴は、本明細書の記述又は添付図面から明らかにされる。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示の一態様にかかる端末は、ネットワークを介して接続されている他の端末からハプティックデータを受信する受信部と、前記ハプティックデータの通信状態を示す指標に基づいて、前記ネットワーク上にある管理サーバ宛てに、前記他の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行させるための指示情報を生成する生成部と、前記指示情報を前記管理サーバに対して送信する送信部を備える。

[0009] 本開示の一態様にかかる管理サーバは、ネットワークを介して第１の端末と接続され、前記第１の端末からハプティックデータを受信する第２の端末

から、前記第１の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行させるための指示情報を受信する受信部と、前記指示情報に基づいて、前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行する制御実行部を備える。

[0010] 本開示の一態様にかかる通信システムは、端末と、管理サーバと、を備える。前記端末は、ネットワークを介して接続されている他の端末からハプティックデータを受信する受信部と、前記ハプティックデータの通信状態を示す指標に基づいて、前記ネットワーク上にある前記管理サーバ宛てに、前記他の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行させるための指示情報を生成する生成部と、前記指示情報を前記管理サーバに対して送信する送信部と、を有する。前記管理サーバは、前記端末から前記指示情報を受信する受信部と、前記指示情報に基づいて、前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行する制御実行部と、を有する。

[0011] 本開示の一態様にかかる方法は、ネットワークを介して接続されている他の端末からハプティックデータを受信し、前記ハプティックデータの通信状態を示す指標に基づいて、前記ネットワーク上にある管理サーバ宛てに、前記他の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行させるための指示情報を生成し、前記指示情報を前記管理サーバに対して送信することをコンピュータが実行するものである。

[0012] 本開示の別態様にかかる方法は、ネットワークを介して第１の端末と接続され、前記第１の端末からハプティックデータを受信する第２の端末から、前記第１の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行させるための指示情報を受信し、前記指示情報に基づいて、前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行することをコンピュータが実行するものである。

[0013] 本開示の一態様にかかるプログラムは、ネットワークを介して接続されている他の端末からハプティックデータを受信し、前記ハプティックデータの通信状態を示す指標に基づいて、前記ネットワーク上にある管理サーバ宛てに、前記他の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行さ

せるための指示情報を生成し、前記指示情報を前記管理サーバに対して送信することをコンピュータに実行させるものである。

[0014] 本開示の別態様にかかるプログラムは、ネットワークを介して第１の端末と接続され、前記第１の端末からハプティックデータを受信する第２の端末から、前記第１の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行させるための指示情報を受信し、前記指示情報に基づいて、前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行することをコンピュータに実行させるものである。

発明の効果

[0015] 本開示によれば、ハプティックデータの通信パフォーマンスを向上させることが可能な端末、管理サーバ、通信システム、方法及びプログラムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本開示にかかる端末の一例を示すブロック図である。

[図2]本開示にかかる端末の代表的な処理の一例を示すフローチャートである。

[図3]本開示にかかる管理サーバの一例を示すブロック図である。

[図4]本開示にかかる管理サーバの代表的な処理の一例を示すフローチャートである。

[図5]本開示にかかる遠隔操作システムの一例を示すブロック図である。

[図6]本開示にかかるハプティックエンコーダ選択スキームの一例を示す図である。

[図7]本開示にかかるハプティックエンコーダ選択スキームの異なる例を示す図である。

[図8]ＳＥＥＨＣヘッダの具体例を示す図である。

[図9]ＳＥＥＨＣヘッダコーディングを説明する表である。

[図10]ＳＥＥＨＣヘッダに用いられるペイロード構成の一例を示す図である。

[図11]順方向ビットストリームに対応するフィードバックビットストリームのペイロード構成の一例を示す図である。

[図12]ＳＥＥＨＣヘッダの他の具体例を示す図である。

[図13]ＳＥＥＨＣヘッダに用いられるペイロード構成の他の例を示す図である。

[図14]順方向ビットストリームに対応するフィードバックビットストリームのペイロード構成の他の例を示す図である。

[図15]遅延がない場合に、ＳＥＥＨＣスキームに関連するアクションを示す表である。

[図16]遅延がある場合に、ＳＥＥＨＣスキームに関連するアクションを示す表である。

[図17]リーダー端末が開始し、実行するＳＥサーバの検出手続を示すシーケンス図である。

[図18]フォロワー端末が開始し、実行するＳＥサーバの検出手続を示すシーケンス図である。

[図19]エキスパートプロファイルを用いたＳＥサーバ１４０の訓練を示すイメージ図である。

[図20]本開示にかかる効果を示すブロック図である。

[図21]情報処理装置のハードウェア構成例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、図面を参照して、本開示の実施の形態について説明する。なお、実施の形態における以下の記載及び図面は、説明の明確化のため、適宜、省略及び簡略化がなされている。例えば、各図面において、同一又は対応する要素には同一の符号が付されており、説明の明確化のため、必要に応じて重複説明は省略される。また、各実施形態において説明のために参照される図面は、他の実施の形態にも適用可能であることは言うまでもない。さらに、この開示では、明記のない限り、複数の項目について「その少なくともいずれか」が定義された場合、その定義は、任意の１つの項目を意味してもよいし

、任意の複数の項目（全ての項目を含む）を意味してもよい。

[0018] 実施の形態１

（１Ａ）

以下、本開示の実施の形態１について説明する。この（１Ａ）では、端末について説明する。

[0019] 図１は、端末の一例を示すブロック図である。端末１０は、受信部１１、生成部１２及び送信部１３を備える任意の種類のコンピュータである。端末１０の各部（各手段）は、不図示の制御部（コントローラ）により制御される。以下、各部について説明する。

[0020] 受信部１１は、ネットワークを介して接続されている他の端末からハプティックデータを受信する。ハプティックデータは、上記の通り、触覚又は運動感覚の少なくともいずれかに関するデータである。他の端末が送信するハプティックデータは、例えば、他の端末側で実行されている、人間又は機械（例えばロボット）による行動に起因して生じるものである。遠隔操作等の通信がなされることで、他の端末が取得したハプティックデータは、端末１０に対して送信される。

[0021] なお、端末１０と他の端末を接続するネットワークは任意の種類のネットワークである。ネットワーク上には、端末１０と他の端末とのハプティックデータにかかる通信を管理する管理サーバが設けられている。

[0022] 生成部１２は、受信部１１が受信したハプティックデータの通信状態を示す指標に基づいて、ネットワーク上にある管理サーバ宛てに、他の端末とのハプティックデータの通信に関する制御を実行させるための指示情報を生成する。

[0023] ハプティックデータの通信状態を示す指標は、通信状態に関する任意の定性的又は定量的な指標である。指標の例として、ＱｏＥ（Quality of Experience）、ＱｏＳ（Quality of Service）、パケット損失、伝送遅延等が挙げられるが、用いられる指標はこれに限らない。この指標は、受信部１１が受信したハプティックデータを端末１０が解析することで取得してもよい。ま

たは、端末１０のユーザがハプティックデータを体感した場合に、ユーザがそのデータに関するＱｏＥを端末１０に入力することで、端末１０がＱｏＥを取得してもよい。この具体例については実施の形態２において後述する。

[0024] また、生成部１２が生成する指示情報は、一例として、以下のようなものが挙げられる。

（Ａ）端末１０と他の端末との間のネットワークに係るパラメータを予測し、予測されるパラメータに基づいて、端末１０と他の端末との間の通信を制御させるための指示情報

（Ｂ）他の端末側で生成されるハプティックデータを予測し、予測されるハプティックデータに基づいて、端末に送信されるハプティックデータの内容を変更して端末に送信するように制御させるための指示情報

なお、（Ａ）において管理サーバが予測するネットワークに係るパラメータは、例えば、パケット損失、パケットエラー、ＣＲＣ（Cyclic Redundancy Check）エラー、エラー率、ビットレート、ジッタ、伝送遅延、伝送速度、接続損失、帯域幅、容量、負荷分散、ＨＡＶデータ構成、データストリーム、データフロー、アクティブセッション、再送、コーデック選択の少なくともいずれかであってもよいが、これに限らない。また、（Ｂ）においては、例えば、他の端末側で実行されている人間又は機械の動作の結果、どのようなハプティックデータが生成されるかを、管理サーバは予測してもよい。管理サーバは、他の端末から取得し、端末１０に送信するハプティックデータに対して、予測した結果生成されたデータを挿入し、端末１０に送信することが可能である。ただし、（Ｂ）において予測される対象は、これに限らない。

[0025] 送信部１３は、指示情報を管理サーバに対して送信する。送信部１３は、他の端末との無線又は有線通信に用いられるインタフェースとして構成される。

[0026] ［処理フローの説明］

図２は、端末１０の代表的な処理の一例を示したフローチャートであり、

このフローチャートを参照して、端末１０の処理の概要が説明される。なお、各処理の詳細については上述の通りであるため、説明を省略する。

[0027] まず、受信部１１は、ネットワークを介して接続されている他の端末からハプティックデータを受信する（ステップＳ１１）。生成部１２は、ハプティックデータの通信状態を示す指標に基づいて、他の端末とのハプティックデータの通信に関する制御を変更させるための指示情報を生成する（ステップＳ１２）。そして、送信部１３は、指示情報を管理サーバに対して送信する（ステップＳ１３）。

[0028] ［効果の説明］

以上に示したように、端末１０は、ハプティックデータの通信状態を示す指標に基づいて指示情報を生成し、管理サーバに送信することが可能である。したがって、端末１０は、管理サーバの制御を介して、ハプティックデータの通信パフォーマンスを向上させることが可能となる。

[0029] また、端末１０は指示情報を生成して送信することで、管理サーバに対して、ネットワークパラメータを予測させ、予測されるパラメータに基づいて、通信を制御させることが可能である。したがって、端末１０は、管理サーバの制御を介して、ネットワークパラメータが良好となるように、ハプティックデータの通信パフォーマンスを向上させることが可能となる。

[0030] また、端末１０は指示情報を生成して送信することで、管理サーバに対して、他の端末側で生成されるハプティックデータを予測させ、予測されるハプティックデータに基づいて、端末に送信されるハプティックデータの内容を変更して端末に送信させることが可能である。これにより、端末１０は、管理サーバの制御を介して、端末１０が受信するハプティックデータが、他の端末側で生成され、本来端末１０に送信されるべき内容により近づくようにすることができる。したがって、端末１０は、端末１０側でオリジナルのデータに近いハプティックデータを受信できるように、ハプティックデータの通信パフォーマンスを向上させることが可能となる。

[0031] （１Ｂ）

次に、（１Ｂ）では、管理サーバについて説明する。図３は、管理サーバの一例を示すブロック図である。管理サーバ２０は、受信部２１及び制御実行部２２を備える任意の種類のコンピュータである。管理サーバ２０の各部（各手段）は、不図示の制御部（コントローラ）により制御される。以下、各部について説明する。

[0032] 受信部２１は、ネットワークを介して第１の端末と接続され、第１の端末からハプティックデータを受信する第２の端末から、第１の端末とのハプティックデータの通信に関する制御を変更させるための指示情報を受信する。ハプティックデータ、指示情報及びネットワークの具体的な説明については、（１Ａ）と同様であるため、説明を省略する。

[0033] 制御実行部２２は、受信部２１が受信した指示情報に基づいて、ハプティックデータの通信に関する制御を実行する。受信部２１が（Ａ）に示す指示情報を受信した場合、制御実行部２２は、第１の端末と第２の端末との間のネットワークに係るパラメータを予測し、予測されるパラメータに基づいて、第１の端末と第２の端末との間の通信を制御する。また、受信部２１が（Ｂ）に示す指示情報を受信した場合、制御実行部２２は、第１の端末側で生成されるハプティックデータを予測し、予測されるハプティックデータに基づいて、第２の端末に送信されるハプティックデータの内容を変更して端末に送信するように制御する。ただし、制御実行部２２が実行する制御はこれに限らない。また、制御実行部２２が制御を実行した場合、管理サーバ２０は、実行した制御の内容を示す情報を、第１の端末又は第２の端末の少なくともいずれかに送信してもよい。

[0034] ［処理フローの説明］

図４は、管理サーバ２０の代表的な処理の一例を示したフローチャートであり、このフローチャートを参照して、管理サーバ２０の処理の概要が説明される。なお、各処理の詳細については上述の通りであるため、説明を省略する。

[0035] まず、受信部２１は、第２の端末から、第１の端末とのハプティックデー

タの通信に関する制御を実行させるための指示情報を受信する（ステップＳ２１）。制御実行部２２は、指示情報に基づいて、ハプティックデータの通信に関する制御を実行する（ステップＳ２２）。

[0036] ［効果の説明］

以上に示したように、管理サーバ２０は、端末から受信した指示情報に基づいて、ハプティックデータの通信に関する制御を実行する。そのため、管理サーバ２０は、端末からの指示に応じて、ハプティックデータの通信パフォーマンスを向上させることが可能となる。

[0037] 実施の形態２

以下の実施の形態２では、実施の形態１にて説明した端末及び管理サーバの具体例を開示する。ただし、実施の形態１に示した端末及び管理サーバの具体例は、以下に示したものに限られない。また、以下で説明される構成及び処理は例示であり、これに限定されるものではない。実施の形態２で説明された構成の全部又は任意の一部は、実施の形態１に適宜適用可能であり、実施の形態２に示された図面は、実施の形態１に適宜適用可能であることはいうまでもない。

[0038] ［構成の説明］

図５は、遠隔操作システムの一例を示すブロック図である。遠隔操作システム１００は、リーダー端末１１０、フォロワー端末１２０、ネットワーク１３０及びＳＥ（Support Engine）サーバ１４０を備える広域通信ネットワークのシステムである。リーダー端末１１０及びフォロワー端末１２０は、実施の形態１の端末１０に対応し、ＳＥサーバ１４０は、実施の形態１の管理サーバ２０に対応する。

[0039] 図５の例において、遠隔操作システム１００は遠隔地における手術等の医療行為をサポートするシステムである。例えば、フォロワー端末１２０は患者に対して実際に手術がなされる場所に配置される端末であり、リーダー端末１１０は、手術を行う執刀医（つまり、リーダー端末１１０のユーザ）が動作をする場所に配置される端末である。執刀医が手術の動作をすることで

、リーダー端末１１０からフォロワー端末１２０に対して、動作に関する指示が送信される。フォロワー端末１２０は、受信した指示に基づいて、フォロワー端末１２０に接続された手術用のロボットを制御する。このようにして、手術用のロボットは執刀医の動作に従って動作し、患者に対して手術を行う。手術は体のあらゆる部位（例えば脳や神経等を含む）を対象とする。また、手術に限らず、生検（biopsies）、注射、がん治療等、患者の体を侵襲する任意の医療行為に対しても遠隔操作システム１００は適用可能である。しかしながら、遠隔操作システム１００の適用用途はこれに限らない。また、リーダー端末１１０は、ユーザの動作に限らず、ユーザが実行する任意の行動に関する指示をフォロワー端末１２０に対して送信してもよい。

[0040] リーダー端末１１０は、物理環境１１１、仮想環境１１２、ＨＡＶ（Haptic Audio Video）データ処理部１１３、エンコーダ／デコーダ１１４、及びＱｏＥ取得部１１５を備える。以下、リーダー端末１１０の各要素について説明する。

[0041] リーダー端末１１０は、物理環境１１１又は仮想環境１１２を用いてその処理がなされるように構成されている。なお、リーダー端末１１０は、物理環境１１１又は仮想環境１１２の両方ではなく、それらのうちいずれか一方を備えるように構成されていてもよい。

[0042] ＨＡＶデータ処理部１１３は、リーダー端末１１０に接続されたセンサから取得したデータに基づいてＨＡＶデータを生成する。生成されるＨＡＶデータは、ハプティックデータ、音声データ及び映像データを含む。センサは、例えば執刀医の手に取り付けられており、執刀医の手の動きのデータを取得してＨＡＶデータ処理部１１３に送信する。ＨＡＶデータ処理部１１３は、受信したこのデータを加工してＨＡＶデータを生成する。ただし、センサに限らず任意のインタフェースから、ＨＡＶデータ処理部１１３にデータが送信されてもよい。また、ＨＡＶデータは、ハプティックデータと、音声データ又は映像データとを含むデータであってもよいし、音声データ及び映像データが含まれず、ハプティックデータを含むデータであってもよい。

[0043] また、ＨＡＶデータ処理部１１３は、後述の通り、ＨＡＶデータの通信に用いられるハプティックエンコーダの選択や、ＳＥサーバ１４０への指示情報を含むＳＥＥＨＣヘッダを生成する。

[0044] エンコーダ／デコーダ１１４は、エンコーダ及びデコーダの両方の機能を備えるユニットである。エンコーダ／デコーダ１１４は、ＨＡＶデータ処理部１１３が生成したＨＡＶデータを送信のためにエンコーディングする。リーダー端末１１０は、エンコーディングされたＨＡＶデータを、ネットワーク１３０を介してフォロワー端末１２０に送信する。

[0045] また、エンコーダ／デコーダ１１４は、フォロワー端末１２０から送信され、リーダー端末１１０の受信部（不図示）を介して受信されたＨＡＶデータをデコードする。エンコーダ／デコーダ１１４は、デコードしたＨＡＶデータを、執刀医が把持する手術用器具又はジョイスティック等の器具、執刀医に装着された手袋等に取り付けられたアクチュエータに出力する。アクチュエータがＨＡＶデータに応じて作動することで、執刀医の手に触感、力感といった感触が伝達される。このようにして、執刀医が手術した結果フォロワー端末１２０側のロボットアームに対して生じた触感、力感といったハプティックデータが執刀医に対してフィードバックされる。つまり、遠隔操作システム１００は、バイラテラル制御が実行可能なシステムといえる。

[0046] なお、エンコーダ／デコーダ１１４は、例えばＮＤＨＣ（No Delay Haptic Codec）、ＷＤＨＰ（With Delay Haptic Codec）及びＳＥＥＨＣの各形式に対応する。各形式が選択される詳細については後述する。

[0047] ＱｏＥ取得部１１５は、リーダー端末１１０とフォロワー端末１２０間のＨＡＶデータの通信（以下、ＨＡＶ通信とも記載）における、リーダー端末１１０側のＱｏＥの情報を取得する。執刀医等、リーダー端末１１０の近傍にいるユーザがＱｏＥの情報を手動でリーダー端末１１０に入力することで、ＱｏＥ取得部１１５がＱｏＥの情報を取得してもよい。ユーザは、自身が体験したＨＡＶデータの評価をＱｏＥとしてＱｏＥ取得部１１５に入力する。なお、ユーザが実感するＱｏＥは、通信の遅延の有無又はその程度や、遅

延以外の通信品質に関するパラメータの変動により変化し得る。あるいは、ＱｏＥ取得部１１５が自動でＱｏＥの情報を取得してもよい。このとき、ＱｏＥ取得部１１５は、ＱｏＥ関連の測定、ＱｏＥポイントシステム、ＭＯＳ(Mean Opinion Score)等の任意の手法を用いてＱｏＥの情報を取得することが可能である。このようにして、ＱｏＥ取得部１１５は、ＱｏＥの情報を監視することができる。また、ＱｏＥ取得部１１５は、ＱｏＥの情報をＳＥサーバ１４０に送信することで、ＨＡＶ通信の状況をＳＥサーバ１４０に報告することもできる。ＳＥサーバ１４０の処理については後述する。

[0048] フォロワー端末１２０は、物理環境１２１、仮想環境１２２、ＨＡＶデータ処理部１２３、エンコーダ／デコーダ１２４、及びＱｏＥ取得部１２５を備える。以下、フォロワー端末１２０の各要素について説明する。なお、リーダー端末１１０の要素の説明と同じ点については適宜省略する。

[0049] フォロワー端末１２０は、物理環境１２１又は仮想環境１２２を用いてその処理がなされるように構成されている。なお、フォロワー端末１２０は、物理環境１２１又は仮想環境１２２の両方ではなく、それらのうちいずれか一方を備えるように構成されていてもよい。物理環境１２１、仮想環境１２２は、それぞれ、リーダー端末１１０の物理環境１１１、仮想環境１１２と同等の環境である。

[0050] ＨＡＶデータ処理部１２３は、フォロワー端末１２０に接続されたセンサから取得したデータに基づいてＨＡＶデータを生成する。センサは、例えば手術を実行するロボットアームに取り付けられており、ロボットアームが接触した部位の触感、力感等のデータを取得してＨＡＶデータ処理部１２３に送信する。ＨＡＶデータ処理部１２３は、受信したこのデータを加工してＨＡＶデータを生成する。

[0051] また、ＨＡＶデータ処理部１２３は、後述の通り、ＨＡＶデータの通信に用いられるハプティックエンコーダの選択や、ＳＥサーバ１４０への指示情報を含むＳＥＥＨＣヘッダを生成する。

[0052] エンコーダ／デコーダ１２４は、エンコーダ及びデコーダの両方の機能を

備えるユニットである。エンコーダ／デコーダ１２４は、ＨＡＶデータ処理部１２３が生成したＨＡＶデータを送信のためにエンコーディングする。フォロワー端末１２０は、エンコーディングされたＨＡＶデータを、ネットワーク１３０を介してリーダー端末１１０に送信する。送信されたＨＡＶデータについてリーダー端末１１０が実行する処理は既に説明した通りである。

[0053] また、エンコーダ／デコーダ１２４は、リーダー端末１１０から送信され、フォロワー端末１２０の受信部（不図示）を介して受信されたＨＡＶデータをデコードする。リーダー端末１１０から送信されたＨＡＶデータをデコードする。エンコーダ／デコーダ１２４は、デコードしたＨＡＶデータを、手術を実行するロボットアームに取り付けられたアクチュエータに出力する。アクチュエータがＨＡＶデータに応じて作動することで、ロボットアームは、遠隔した場所にいる執刀医の操作に応じた手術を実行する。

[0054] なお、エンコーダ／デコーダ１２４は、エンコーダ／デコーダ１１４と同様、例えばＮＤＨＣ、ＷＤＨＰ及びＳＥＥＨＣの各形式に対応する。

[0055] ＱｏＥ取得部１２５は、リーダー端末１１０とフォロワー端末１２０間のＨＡＶ通信におけるフォロワー端末１２０側のＱｏＥの情報を取得する。フォロワー端末１２０の近傍にいる人物がＱｏＥの情報を手動でフォロワー端末１２０に入力することで、ＱｏＥ取得部１２５がＱｏＥの情報を取得してもよい。あるいは、ＱｏＥ取得部１２５が自動でＱｏＥの情報を取得してもよい。ＱｏＥ取得部１２５が自動でＱｏＥの情報を取得する方法は、ＱｏＥ取得部１１５と同様であるため省略する。このようにして、ＱｏＥ取得部１２５は、ＱｏＥの情報を監視することができる。また、ＱｏＥ取得部１２５は、ＱｏＥの情報をＳＥサーバ１４０に送信することで、ＨＡＶ通信の状況をＳＥサーバ１４０に報告することもできる。

[0056] ネットワーク１３０は、リーダー端末１１０、フォロワー端末１２０及びＳＥサーバ１４０を互いに接続する。ネットワーク１３０は、５Ｇ（5th Generation）、６Ｇ（6th Generation）などの広域ネットワークであってもよいが、ネットワーク１３０の種類はこれに限らない。

[0057] ネットワーク１３０は、第１ネットワーク１３１及び第２ネットワーク１３２を備える。第１ネットワーク１３１及び第２ネットワーク１３２は、通信に必要なネットワークインタフェース、モジュール等を有する。第１ネットワーク１３１は、リーダー端末１１０とフォロワー端末１２０間のＨＡＶ通信において遠隔手術に支障が生じるような遅延が生じないネットワークである。第１ネットワーク１３１は、例えば短距離のネットワークであるか、又はＨＡＶ通信に最適化された無線インタフェースを有する。一方、第２ネットワーク１３２は、リーダー端末１１０とフォロワー端末１２０間のＨＡＶ通信において遠隔手術に支障が生じる可能性がある遅延が生じ得るネットワークである。第２ネットワーク１３２は、例えば長距離のネットワークであるか、又はＨＡＶ通信に非効率である無線インタフェースである。リーダー端末１１０とフォロワー端末１２０間の通信においては、第１ネットワーク１３１及び第２ネットワーク１３２のいずれかが用いられる。

[0058] なお、ネットワーク１３０は、リーダー端末１１０又はフォロワー端末１２０の一方から他方に送信されたＨＡＶデータを、後述するリーダー端末１１０又はフォロワー端末１２０の設定に応じて、ＳＥサーバ１４０に転送することができる。

[0059] ＳＥサーバ１４０は、リーダー端末１１０とフォロワー端末１２０間のＨＡＶ通信を制御するサーバであり、第１機能部１４１、第２機能部１４２、第１モデル１４３、第２モデル１４４及びインタフェース１４５を備える。ＳＥサーバ１４０は、ＨＡＶ通信に用いられるネットワークのレイテンシを削減し、遠隔操作システム１００のＱｏＥを改善するために設けられる。なお、図５ではＳＥサーバ１４０として１個だけが図示されているが、複数のＳＥサーバ１４０が遠隔操作システム１００内に設けられてもよい。また、第１機能部１４１及び第２機能部１４２は、実施の形態１にかかる制御実行部２２に対応し、インタフェース１４５は、実施の形態１にかかる受信部２１に対応する。

[0060] 第１機能部１４１は、ＨＡＶ通信における固有のネットワークパラメータ

を、その最適化のために予測する。ネットワークパラメータは、例えば、パケット損失、パケットエラー、ＣＲＣエラー、エラー率、ビットレート、ジッタ、伝送速度、伝送遅延、接続損失、帯域幅、容量、負荷分散、ＨＡＶデータ構成、データストリーム、データフロー、アクティブセッション、再送、コーデック選択、エンコーディング／デコーディングのパラメータの少なくともいずれかを含む。このとき、第１機能部１４１は、予測したネットワークパラメータに基づいて、ＨＡＶ通信を制御することが可能である。例えば、第１機能部１４１は、ＨＡＶ通信におけるリモートレンダリングのパラメータの設定や、ＨＡＶデータに関する計算のアウトソーシングの設定を実行してもよい。また、第１機能部１４１は、複数の異なるパラメータを予測し、予測したパラメータに基づいてＨＡＶ通信を制御することもできる。また、ＳＥサーバ１４０が複数設けられる場合は、各ＳＥサーバ１４０の第１機能部１４１において、異なるパラメータが予測され、制御対象とされてもよい。

[0061] 第２機能部１４２は、リーダー端末１１０のユーザの行動又はフォロワー端末１２０のロボットのセンサが検出するハプティックデータの少なくともいずれかを予測する。この行動予測は、ＨＡＶ通信におけるリーダー端末１１０又はフォロワー端末１２０の少なくともいずれかにおけるＱｏＥを改善するためになされる。例えば、第２機能部１４２はリーダー端末１１０側にいる執刀医の次の（今後の）行動を予測することで、執刀医の行動がフォロワー端末１２０側のロボットアームに反映されるまでの応答時間を減少させるように制御することが可能である。また、第２機能部１４２はロボットのセンサが次に（今後に）検出するハプティックデータを予測することも可能である。これによって、第２機能部１４２は、執刀医の手術に応じて生ずる患者の体からの触感や力感を執刀医が感じることができるまでの応答時間を減少させるように制御することが可能である。これによって、通信におけるＱｏＥを改善することができる。なお、第２機能部１４２は、予測処理をミリセカンドのオーダーで実現することが可能である。

[0062] 第１モデル１４３は、ニューラルネットワーク等、事前に訓練がなされたＡＩ（Artificial Intelligence）モデルである。第１機能部１４１は、第１モデル１４３に対して、ＳＥサーバ１４０が取得したＨＡＶデータを入力する。この入力データに応じて、第１モデル１４３は、ＨＡＶ通信における固有のネットワークパラメータを出力する。

[0063] 第２モデル１４４も、第１モデル１４３と同様、ニューラルネットワーク等、事前に訓練がなされたＡＩモデルである。第２機能部１４２は、第２モデル１４４に対して、ＳＥサーバ１４０が取得したＨＡＶデータを入力する。この入力データに応じて、第２モデル１４４は、ＨＡＶデータに基づく人間の行動の予測結果又はロボットのセンサが検出するハプティックデータの少なくともいずれかを出力する。

[0064] なお、第１モデル１４３及び第２モデル１４４には、任意のＡＩベースの予測モデルを適用することができる。適用可能なＡＩベースの予測モデルには、例えばＣＮＮ（Convolutional Neural Network）やＲＮＮ（Recurrent Neural Network）といった効率的なモデルが含まれる。なお、第１モデル１４３及び第２モデル１４４の詳細な訓練方法については後述する。

[0065] また、ＳＥサーバ１４０の第１機能部１４１及び第２機能部１４２は、それぞれ必要に応じて、個別に機能の有効又は無効が設定されることが可能である。さらに、第１機能部１４１及び第２機能部１４２は、それぞれ、第１モデル１４３及び第２モデル１４４の生成又は更新の少なくともいずれかを実行してもよい。

[0066] インタフェース１４５は、ネットワーク１３０を介してＳＥサーバ１４０をリーダー端末１１０及びフォロワー端末１２０に接続するインタフェースである。インタフェース１４５は、例えばＡＰＩ（application programming interface）、サービスＡＰＩ等である。ＳＥサーバ１４０は、リーダー端末１１０又はフォロワー端末１２０の少なくともいずれかから送信されたＨＡＶデータを、インタフェース１４５を介して受信する。インタフェース１４５は、リーダー端末１１０又はフォロワー端末１２０の少なくともいずれ

かから、ＳＥＥＨＣヘッダを受信することも可能である。また、インタフェース１４５は、ＨＡＶデータを、リーダー端末１１０又はフォロワー端末１２０の少なくともいずれかに対して送信することも可能である。

[0067] 次に、ＳＥサーバ１４０の各部の処理の詳細について更に説明する。ＳＥサーバ１４０は、リーダー端末１１０又はフォロワー端末１２０から送信されたＳＥサーバ１４０宛てのＳＥＥＨＣに基づいて、少なくとも以下の２つのモードのいずれかを実行することができる。

[0068] （１）ＳＥサーバ１４０は、リーダー端末１１０からフォロワー端末１２０宛てに送信され、ＳＥサーバ１４０に転送されたＨＡＶデータの内容を変更せずにフォロワー端末１２０に送信してもよい。逆に、ＳＥサーバ１４０は、フォロワー端末１２０からリーダー端末１１０宛てに送信され、ＳＥサーバ１４０に転送されたＨＡＶデータの内容を変更せずにリーダー端末１１０に送信してもよい。つまり、ＳＥサーバ１４０は、ＳＥＥＨＣに基づいてＨＡＶデータの内容を変更しない、パッシブモードとなる。

[0069] ここで、ＳＥサーバ１４０が受信したＳＥＥＨＣには、第１機能部１４１にどのような予測をさせるかを指示する情報が含まれる。第１機能部１４１は、その指示情報に基づいて、ＨＡＶ通信における最適なネットワークパラメータを予測し、ネットワークパラメータを予測値に応じて制御してもよい。このプロセスによって、第１機能部１４１は、データ伝送又はトラフィックのパフォーマンスを向上させ、ユーザが実感するＱｏＥを改善することができる。したがって、遠隔操作を安定的に実現させることができる。これは、ＨＡＶデータがリーダー端末１１０からフォロワー端末１２０宛てに送信されたものか、又はフォロワー端末１２０からリーダー端末１１０宛てに送信されたものかのいずれであるかに関わらず実現できる。

[0070] なお、ＳＥサーバ１４０は遠隔操作システム１００において複数設けられることができる。この場合、各ＳＥサーバ１４０における第１機能部１４１が予測可能なパラメータは異なっていてもよい。第１機能部１４１が予測可能なパラメータが異なる場合には、リーダー端末１１０又はフォロワー端末

１２０は、ＳＥＥＨＣ内に、利用する第１機能部１４１の機能（すなわち、予測対象となるパラメータ）を示す情報を含めることができる。このＳＥＥＨＣの設定は、エンコーダ／デコーダ１１４又は１２４のエンコーディング機能の一部として実現される。ＳＥＥＨＣを受信したＳＥサーバ１４０のうち、ＳＥＥＨＣで特定された機能を第１機能部１４１で実現可能なＳＥサーバ１４０だけが、第１機能部１４１における予測処理を実行する。以上のプロセスがなされることで、ＳＥサーバ１４０が複数設けられたとしても、実行すべき処理の観点から最適なＳＥサーバ１４０だけが選択される。ＳＥＥＨＣの詳細については後述する。

[0071] （２）ＳＥサーバ１４０は、リーダー端末１１０からフォロワー端末１２０宛てに送信され、ＳＥサーバ１４０に転送されたＨＡＶデータの内容を変更して、フォロワー端末１２０に送信してもよい。逆に、ＳＥサーバ１４０は、フォロワー端末１２０からリーダー端末１１０宛てに送信され、ＳＥサーバ１４０に転送されたＨＡＶデータの内容を変更して、リーダー端末１１０に送信してもよい。つまり、ＳＥサーバ１４０は、ＳＥＥＨＣに基づいてＨＡＶデータの内容を変更する、アクティブモードとなる。

[0072] 上記の通り、第２機能部１４２は、第２モデル１４４を用いてユーザの行動を予測する可能である。この予測結果に基づき、第２機能部１４２はフォロワー端末１２０宛てに送信されるＨＡＶデータの内容に、予測したユーザの行動に関するデータを含ませる。フォロワー端末１２０側では、予測したユーザの行動が含まれるＨＡＶデータが反映された遠隔操作がなされる。これにより、通信におけるＱｏＥを増加することが可能である。例えば、第２機能部１４２は、執刀医の行動がフォロワー端末１２０側のロボットアームに反映されるまでの応答時間を減少させるように、リーダー端末１１０から転送されたＨＡＶデータに予測したユーザの行動に関するデータを追加する。そして、第２機能部１４２は、そのＨＡＶデータをフォロワー端末１２０に送信させる。

[0073] また、第２機能部１４２は、フォロワー端末１２０のロボットのセンサが

検出するハプティックデータを予測することも可能である。この予測結果に基づき、第２機能部１４２はリーダー端末１１０宛てに送信されるＨＡＶデータの内容に、予測したハプティックデータを含ませる。リーダー端末１１０側のユーザは、予測したハプティックデータが含まれるＨＡＶデータが反映された仮想現実を体験する。これにより、フォロワー端末１２０側から送信されたデータが遠隔操作に不十分なものであったとしても、第２機能部１４２は不足分のデータをＨＡＶデータに追加することが可能である。したがって、ユーザは遠隔操作に支障を感じにくくなり、通信におけるＱｏＥを増加することが可能である。例えば、第２機能部１４２は、ロボットのセンサが検出するハプティックデータが、執刀医が感じる感触として反映されるまでの応答時間を減少させるように、フォロワー端末１２０から転送されたＨＡＶデータに予測したハプティックデータを追加する。そして、第２機能部１４２は、そのＨＡＶデータをリーダー端末１１０に送信させる。

[0074] ネットワークの遅延が生じた場合であっても、新しいＨＡＶデータがＳＥサーバ１４０に到着するまでに、第２機能部１４２は人間又はロボットに関する予測をしてその予測結果を遠隔操作のデータに反映させるよう、即座にフィードバックをすることができる。そのため、遠隔操作においてネットワークの遅延の影響を抑制し、ＱｏＥを高く保つことが可能である。

[0075] ただし、第２機能部１４２の上記処理と並行して、第１機能部１４１は、（１）に記載したように、ＨＡＶ通信における最適なネットワークパラメータを予測し、ネットワークパラメータを予測値に応じて制御してもよい。また、（１）において第１機能部１４１は、ＳＥＥＨＣ等の指示情報に基づいて、ＨＡＶ通信における最適なネットワークパラメータを予測せず、ネットワークパラメータを予測値に応じて制御しなくともよい。また、第２機能部１４２の処理と並行してなされることが可能な処理は、第１機能部１４１の処理に限らない。

[0076] ＨＡＶデータは、遠隔操作においてリーダー端末１１０とフォロワー端末１２０間で通信されるデータであるが、ＳＥサーバ１４０にこのデータが到

達するように設定されることで、以上に示した処理が実現できる。また、ＳＥサーバ１４０は、リーダー端末１１０から送信されたＨＡＶデータ、及びフォロワー端末１２０から送信されたＨＡＶデータの少なくともいずれかに対して（１）、（２）のいずれかの処理を実行することができる。

[0077] 特に、第２機能部１４２は、ＴＩ（Tactile Internet）における通信制約を特定することで、遠隔操作のＱｏＥを改善することができる。

[0078] 次に、リーダー端末１１０又はフォロワー端末１２０が実行する、ＨＡＶデータの適切なコーデックスキームを選択するためのシーケンスを定義する。コーデックスキームは、ハプティックデータ及びネットワーク遅延の存在に関して、適切なコーディング手順を選択する。なお、コーデックスキームは、以下に示す通り、ネットワーク遅延がある場合及びない場合のいずれにも対応する。また、以下の例ではリーダー端末１１０を主体として説明するが、フォロワー端末１２０においても同様の処理が実行可能である。

[0079] 図６は、ハプティックエンコーダ選択スキームの一例を示す。まず、ＨＡＶデータ処理部１１３は、リーダー端末１１０が受信したＨＡＶデータが、運動感覚データであるか否かを判定する（ステップＳ３１）。運動感覚データは、力、トルク又は圧力の少なくともいずれかに関連するデータを含むデータである。また、ＨＡＶデータが運動感覚データでない場合、ＨＡＶデータは触覚データである。触覚データは、人間が知覚を介して物体の表面を知覚するのに関連するデータ（例えば手触りを示すデータ）である。

[0080] リーダー端末１１０が受信したＨＡＶデータが運動感覚データである場合（ステップＳ３１のＹｅｓ）、ＨＡＶデータ処理部１１３は、用いられるエンコーダ／デコーダ１１４の選択に基づき、ＨＡＶデータが、第１ネットワーク１３１を介して伝送されたか否かを判定する（ステップＳ３２）。上記の通り、第１ネットワーク１３１はＨＡＶ通信において遠隔手術に支障が生じるような遅延が生じないネットワークである。一方、第１ネットワーク１３１ではない第２ネットワーク１３２は、ＨＡＶ通信において遠隔手術に支障が生じる可能性がある遅延が生じ得るネットワークである。

[0081] ＨＡＶデータが第１ネットワーク１３１を介して伝送された場合、すなわち、伝送に遅延がないとみなされる場合（ステップＳ３２のＹｅｓ）、ＨＡＶデータ処理部１１３は、エンコーダとしてＮＤＨＣを選択する（ステップＳ３３）。ＮＤＨＣは、冗長なデータトラフィックを削減するため、ＪＮＤ(Just Noticeable Difference) エンコーダに基づく。さらに、ＨＡＶデータ処理部１１３は、ネットワークダイナミクスを使用してＮＤＨＣエンコーダを訓練し、最適化することで（ステップＳ３４）、ＨＡＶデータのエンコーディングをより効率的にすることが可能である。なお、ネットワークダイナミクスは、リーダー端末１１０とフォロワー端末１２０間のＨＡＶデータの通信においてＨＡＶデータ処理部１１３が検出する、ＨＡＶデータの通信品質に関する任意のパラメータの経時的な変化を示す。通信品質に関するパラメータは、例えば、ジッタ、パケット損失、パケットエラー、伝送遅延、帯域幅といったものであるが、これに限らない。訓練後、ＨＡＶデータ処理部１１３は、ＮＤＨＣエンコーダにフィードバックされるネットワークチャネルからのフィードバック情報を利用することで、ＮＤＨＣエンコーダをさらに訓練し、最適化することができる。

[0082] ＨＡＶデータが第２ネットワーク１３２を介して伝送された場合、すなわち、伝送に遅延があるとみなされる場合（ステップＳ３２のＮｏ）、ＨＡＶデータ処理部１１３は、エンコーダとしてＷＤＨＰを選択する（ステップＳ３５）。ＷＤＨＰは、ＴＤＰＡ（Time-Domain Passivity Approach）及び知覚的ＤＢ（deadband）コーディングスキームの組み合わせに基づく。ＴＤＰＡエンコーディングは、通信障害を引き起こす可能性のある通信チャネルを含む２ポートネットワークのパッシブ性を保証する。詳細には、リーダー側とフォロワー側の信号送信が減衰されることによって過剰な出力エネルギーが散逸されるため、システムの安定性がサポートされ、パッシブ性が保証される。

[0083] ネットワークダイナミクスが重要である場合、ＨＡＶデータ処理部１１３はＷＤＨＰスキームを用いて、ネットワークダイナミクスに関する情報を利

用して、ネットワーク遅延やその他の信号伝送障害が存在する場合に、エンコーディングスキームを訓練し、最適化する（ステップＳ３６）。訓練後、ＨＡＶデータ処理部１１３は、ＷＤＨＰエンコーダにフィードバックされるネットワークチャネルからのフィードバック情報を利用することで、ＷＤＨＰエンコーダをさらに訓練し、最適化することができる。

[0084] リーダー端末１１０が受信したＨＡＶデータが運動感覚データではない場合、すなわち、ＨＡＶデータが触覚データである場合（ステップＳ３１のＮｏ）、ＨＡＶデータ処理部１１３は、エンコーダとしてＴＣ（Tactile Codec）を選択する（ステップＳ３７）。触覚データは、運動感覚データに比べると、通信に際して要求が少ない。そのため、ＨＡＶデータ処理部１１３は、単純なサンプリングスキームを選択することで、ＴＣのサンプリングレートを設定する（ステップＳ３８）。

[0085] また、ＨＡＶデータ処理部１１３は、ネットワークダイナミクスに基づいてエンコーディングスキームを訓練し、最適化する（ステップＳ３９）。訓練後、ＨＡＶデータ処理部１１３は、ＴＣエンコーダにフィードバックされるネットワークチャネルからのフィードバック情報を利用することで、ＴＣエンコーダをさらに訓練し、最適化することができる。

[0086] このように、ＨＡＶデータ処理部１１３は、ＨＡＶデータが運動感覚データであるか又は触覚データであるかを判定し、判定結果に基づいて、ＨＡＶデータの通信に用いるエンコーダを変更する変更部として機能する。ＨＡＶデータ処理部１１３は、ＨＡＶデータの種別に応じて適切なエンコーダを選択することが可能である。そのため、ＨＡＶデータ処理部１１３は、リーダー端末１１０が受信するデータをユーザに対して正確に再現することが可能となり、ＱｏＥの向上につなげることができる。

[0087] また、ＨＡＶデータが運動感覚データである場合、ＨＡＶデータ処理部１１３は、通信に用いられるネットワークに生ずる遅延の程度をさらに判定し、判定された遅延の程度に基づいて、ＨＡＶデータの通信に用いるエンコーダを変更することができる。そのため、ＨＡＶデータ処理部１１３は、リー

ダー端末１１０が受信するデータをユーザに対して再現する正確性を高めることができ、ＱｏＥの更なる向上につなげることができる。

[0088] なお、ＨＡＶデータ処理部１１３は、ネットワークに遅延が生じる場合の触覚データのエンコーディングをさらに最適化するために、以下に示す処理を実行してもよい。

[0089] 図７は、ハプティックエンコーダ選択スキームの異なる例を示す。図７では、伝送に遅延があるとみなされる場合、その遅延が大きいか否かに応じて、選択するコーデックが変更される。なお、図７におけるステップＳ３１～Ｓ３４及びＳ３７～Ｓ３９の説明については図６と同様であるため省略する。また、以下の例ではリーダー端末１１０を主体として説明するが、フォロワー端末１２０においても同様の処理が実行可能である。

[0090] ＨＡＶデータが第２ネットワーク１３２を介して伝送された場合、すなわち、伝送に遅延があるとみなされる場合（ステップＳ３２のＮｏ）、ＨＡＶデータ処理部１１３は、伝送遅延が大きいか否かを判定する（ステップＳ４０）。例えば、ＨＡＶデータ処理部１１３は、伝送遅延が１ｍｓ以下であるか否かを判定し、遅延が１ｍｓよりも大きければ遅延が大きいと判定し、遅延が１ｍｓ以下であれば遅延が中程度と判定してもよい。なお、伝送遅延が１ｍｓ以下であるとは、リーダー端末１１０とフォロワー端末１２０間の距離が約１５０ｋｍ以下（往復距離で約３００ｋｍ以下）であることを意味する。

[0091] 伝送遅延が大きくない場合（ステップＳ４０のＮｏ）、ＨＡＶデータ処理部１１３は、エンコーダとしてＷＤＨＣを選択する（ステップＳ４１）。さらに、ＨＡＶデータ処理部１１３は、ネットワークダイナミクスを使用してＷＤＨＣエンコーダを訓練し、最適化することで（ステップＳ４２）、ＨＡＶデータのエンコーディングをより効率的にすることが可能である。訓練後、ＨＡＶデータ処理部１１３は、ＷＤＨＣエンコーダにフィードバックされるネットワークチャネルからのフィードバック情報を利用することで、ＷＤＨＣエンコーダをさらに訓練し、最適化することができる。このため、ＨＡ

Ｖデータ処理部１１３は、広域ネットワーク上での遠隔操作の安定性をさらに高めることができる。

[0092] 一方、伝送遅延が大きい場合（ステップＳ４０のＹｅｓ）、ＨＡＶデータ処理部１１３は、エンコーダとしてＳＥＥＨＣを選択する（ステップＳ４３）。ＳＥＥＨＣは、伝送遅延が大きい場合に、遅延の課題を解決するためにＷＤＨＣよりもさらに好ましいエンコーダである。この処理の結果、ＳＥサーバ１４０は、ＳＥＥＨＣをサポートする予測モデルとして、第２モデル１４４を運用する。このＳＥＥＨＣによって、ＳＥサーバ１４０において必要な機能部が有効に設定される。

[0093] さらに、ＨＡＶデータ処理部１１３は、ネットワークダイナミクスを使用してＳＥＥＨＣエンコーダを訓練し、最適化することで（ステップＳ４４）、ＨＡＶデータのエンコーディングをより効率的にすることが可能である。訓練後、ＨＡＶデータ処理部１１３は、ＳＥＥＨＣエンコーダにフィードバックされるネットワークチャネルからのフィードバック情報を利用することで、ＳＥＥＨＣエンコーダをさらに訓練し、最適化することができる。このため、ＨＡＶデータ処理部１１３は、広域ネットワーク上での遠隔操作の安定性を高めることができる。

[0094] なお、ＨＡＶデータ処理部１１３は、ステップＳ３２及びＳ４０において、既存の任意の技術を用いて、ネットワークに遅延が生じているか、又は生じている遅延が大きいか否かを判定することができる。例えば、リーダー端末１１０とフォロワー端末１２０間でＨＡＶデータの伝送がなされている場合、リーダー端末１１０は通信に関してＴＦＮ（Time Frame Numbers）を内部に格納する。ＨＡＶデータ処理部１１３は、例えば一定の時間間隔を置いてＴＦＮを測定し、ＴＦＮの変化量を検出することで、遅延の発生及びその程度を判定する。ただし、ＨＡＶデータ処理部１１３が判定に用いる通信のパラメータはＴＦＮに限らない。

[0095] なお、ステップＳ３３、Ｓ３８及びＳ４１はネットワークコーディングに関するものである。また、ＳＥサーバ１４０において必要な機能部が有効に

設定されるのは、ステップＳ４３に限らない。例えば、ステップＳ３８の処理の結果、ＳＥサーバ１４０は、第１機能部１４１又は第２機能部１４２の少なくともいずれかを用いて、ネットワークパラメータ又はユーザの行動の少なくともいずれかを予測することができる。

[0096] また、フォロワー端末１２０においても、図６及び７に示したものと同様の処理が実行可能である。この処理の結果、ＳＥサーバ１４０は、第１機能部１４１又は第２機能部１４２の少なくともいずれかを用いて、ネットワークパラメータ又はロボット側で生じるハプティックデータの少なくともいずれかを予測することも可能である。

[0097] ＨＡＶデータ処理部１１３は、ＨＡＶデータの種類及び遅延の程度を示す情報と、それに対応するエンコーダの種類（正解ラベル）とを含むデータが教師データとして用いられることで学習された学習済モデルを用いて、図６又は図７に示すエンコーダ選択スキームを判定してもよい。

[0098] 次に、リーダー端末１１０又はフォロワー端末１２０の送信部（不図示）から、ＳＥサーバ１４０に対して送信されるＳＥＥＨＣヘッダについて説明する。例えば、図７のステップＳ４３の処理によりＳＥＥＨＣが選択された結果、ＨＡＶデータ処理部１１３又はＨＡＶデータ処理部１２３が選択結果に応じたＳＥＥＨＣヘッダを生成し、送信する。これにより、ＳＥサーバ１４０が第２モデル１４４を運用し、ユーザ又はロボットに関する予測をすることが可能となる。なお、図７においてエンコーダとしてＳＥＥＨＣ以外が選択される場合でも、リーダー端末１１０又はフォロワー端末１２０はＳＥサーバ１４０に対して選択結果に応じたＳＥＥＨＣヘッダを送信することができる。ＨＡＶデータ処理部１１３又はＨＡＶデータ処理部１２３は、ＨＡＶデータを送信する際に、そのＨＡＶデータに以下に示す任意の種類のＳＥＥＨＣヘッダを添付し、ＳＥＥＨＣヘッダが添付されたＨＡＶデータを送信することが可能である。また、以下の例ではリーダー端末１１０を主体として説明するが、フォロワー端末１２０においても同様の処理が実行可能である。

[0099] 図８は、ＨＡＶデータが運動感覚データであって、図７のステップＳ３２で遅延がないと判定される場合に用いられる、ＳＥＥＨＣヘッダ（コーデックヘッダ）の具体例を示す。ＳＥＥＨＣヘッダは、ＴフィールドＨ１、ＦフィールドＨ２、ＸフィールドＨ３及びＳフィールドＨ４を含む。各フィールドのビットサイズは、システムにおける遅延情報に対応する。遅延情報は、例えば、システムにおける遅延があるか否かを示す。

[0100] 図９は、図８に対応するＳＥＥＨＣヘッダコーディングを説明する表である。図９に示すＳＥＥＨＣヘッダの例は、図７において、リーダー端末１１０が受信したＨＡＶデータが運動感覚データである場合（ステップＳ３１のＹｅｓ）に用いられる。つまり、ＨＡＶデータが運動感覚データである場合、遅延の有無、また遅延の程度に関わらず、図９に示すＳＥＥＨＣヘッダが用いられることが可能である。なお、図９においてＸフィールドＨ３は、ＳＥサーバ１４０の高度な操作を指示するために使用されるため、最も重要である。以下、図９を参照しながら、各フィールドの構成の詳細について説明する。

[0101] ＴフィールドＨ１は長さが１ビットであり、トラフィックフローの方向の種類を示す。ＴフィールドＨ１においてＴ＝０は順方向、つまりリーダー側からフォロワー側への方向を示し、Ｔ＝１は逆方向、つまりフォロワー側からリーダー側への方向を示す。

[0102] ＦフィールドＨ２は、エンコーダに基づくシンタックスである。具体的には、ＦフィールドＨ２は、ハプティックデータの詳細を含み、遅延がない場合は１２ビットで構成される。ＦフィールドＨ２は、位置用の３ビット、方向用の３ビット、速度用の３ビット及び角速度用の３ビットを含む。力に関連するデータが存在しない場合は、リーダー端末１１０は、ＦフィールドＨ２のビットフィールドを０（ゼロ）で埋めてもよい。なお、リーダー端末１１０は、リーダー端末１１０のセンサ（例えば、ユーザに取り付けられたセンサ）から取得したデータに基づいてＦフィールドＨ２を生成する。

[0103] ＸフィールドＨ３は、ＳＥサーバ１４０が実行する機能を指示するために

用いられる拡張ビットである。ＸフィールドＨ３は、長さが３ビットである。詳細には、ＨＡＶデータ処理部１１３は、ＱｏＥ取得部１１５が取得したＱｏＥを評価し、ＱｏＥが要求される基準を満たしているか否かを判定する。この判定結果に基づき、ＳＥサーバ１４０の第１機能部１４１及び第２機能部１４２の機能をそれぞれ有効又は無効にするよう、ＸフィールドＨ３で設定する。この詳細なフローについては後述する。なお、図７で判定される伝送遅延の有無、又はその程度に応じて、ＨＡＶデータ処理部１１３はＸフィールドＨ３を変更して設定することができる。

[0104] ＳフィールドＨ４の長さは３２ビットであり、リーダー端末１１０がＨＡＶデータのパケットを送信するときに設定したシーケンス番号等が含まれる。詳細には、各サンプリングステップについてシーケンス番号は１ずつ増加する。リーダー端末１１０から送信されるパケットは、最新のシーケンス番号を含む。また、ＴＩシステムタイムスタンプとシーケンス番号との相違は、パケットドロップ情報に用いられてもよい。

[0105] 図１０は、図８におけるＳＥＥＨＣヘッダに用いられるペイロード構成の一例を示す。図１０は、順方向ビットストリームのペイロード構成を示す。ペイロードは、それぞれ３次元方向のデータを示す位置データ（pos-x、pos-y、pos-z）、方向データ（ori-x、ori-y、ori-z）、速度データ（vel-x、vel-y、vel-z）及び角速度データ（ang-x、ang-y、ang-z）のフィールドで構成される。ペイロードの各フィールド長は３２ビットである。

[0106] 図１１は、図１０に対応する順方向ビットストリームに対応するフィードバックビットストリームのペイロード構成の一例を示す。図１１に示す通り、フィードバックビットストリームは、それぞれ３次元方向のデータを示すフォースデータ（force-x、force-y、force-z）及びトルクデータ（torque-x, torque-y, torque-z）で構成される。フィードバックビットストリームの各フィールド長は３２ビットである。

[0107] 例えば、リーダー端末１１０のユーザが動作をすることで、リーダー端末１１０からフォロワー端末１２０に、動作に関する指示が、図１０に示した

順方向ビットストリームとして送信される。フォロワー端末１２０は、受信した指示に基づいて、フォロワー端末１２０に接続された手術用のロボットを制御する。フォロワー端末１２０は、ロボットに設けられたセンサが検知した力に関連するデータを、図１１に示すフィードバックビットストリームとしてリーダー端末１１０に送信する。なお、このフィードバックビットストリームは、伝送遅延がない場合に、フォロワー端末１２０からリーダー端末１１０に直接送信される。

[0108] 図１２は、ＨＡＶデータが運動感覚データであって、図７のステップＳ３２で遅延があると判定される場合に用いられる、ＳＥＥＨＣヘッダ（コーデックヘッダ）の具体例を示す。ＳＥＥＨＣヘッダは、ＴフィールドＨ１’、ＦフィールドＨ２’、ＸフィールドＨ３’及びＳフィールドＨ４’を含む。以下、図１２の各フィールドに関して、図８と異なる点を特に説明し、図８と共通する点は適宜説明を省略する。

[0109] ＴフィールドＨ１’は、図８におけるＴフィールドＨ１と同じものであるため、説明を省略する。

[0110] ＦフィールドＨ２’は、エンコーダに基づくシンタックスである。具体的には、ＦフィールドＨ２’は、ハプティックデータの詳細を含み、遅延がある場合は１８ビットで構成される。ＦフィールドＨ２’は、位置用の３ビット、方向用の３ビット、速度用の３ビット及び角速度用の３ビットを含む。さらに、ＦフィールドＨ２’においては、ＴＤＰＡにかかる、ハプティックデータの各次元に対応するハプティック／エネルギー情報に対して６ビットが使用可能である。ハプティック／エネルギー情報は、ハプティック又はエネルギーの少なくともいずれかに関する情報である。ハプティック／エネルギー情報は、遅延が発生した場合に備えてコーデックを制御するために使用される。また、ハプティック／エネルギー情報は、ＴＤＰＡエンコーディングの処理に用いられることで、通信路における障害によってデータの予期せぬ変更がなされることが抑制される。このようにして、エネルギーレベルが最小限に抑えられ、通信リンクのシステム安定性とパッシブ性が保証される

。力に関連するデータが存在しない場合は、リーダー端末１１０は、ＦフィールドＨ２’のビットフィールドを０（ゼロ）で埋めてもよい。

[0111] ＸフィールドＨ３’は、ＳＥサーバ１４０が実行する機能を指示するために用いられる拡張ビットである。ＸフィールドＨ３は、長さが５ビットである。図８におけるＸフィールドＨ３と同様、ＨＡＶデータ処理部１１３は、ＱｏＥの評価に基づき、ＳＥサーバ１４０の第１機能部１４１及び第２機能部１４２の機能をそれぞれ有効又は無効にするよう、ＸフィールドＨ３’で設定する。

[0112] ＳフィールドＨ４’の長さは３２ビットであり、リーダー端末１１０がＨＡＶデータのパケットを送信するときに設定したシーケンス番号等が含まれる。

[0113] 図１３は、図１２におけるＳＥＥＨＣヘッダに用いられるペイロード構成の一例を示す。図１３は、順方向ビットストリームのペイロード構成を示す。図１３におけるペイロードは、図１０に示すデータのほか、それぞれ３次元方向のデータを示す並進エネルギー（Ex，Ey，Ez）及び回転エネルギー（Eox，Eoy，Eoz）に関する追加情報が含まれる。なお、ペイロードのフィールド長は３２ビットである。

[0114] 図１４は、図１３に対応する順方向ビットストリームに対応するフィードバックビットストリームのペイロード構成の一例を示す。図１４に示す通り、フィードバックビットストリームは、図１１に示すデータのほか、それぞれ３次元方向のデータを示す並進エネルギー（Ex，Ey，Ez）及び回転エネルギー（Eox，Eoy，Eoz）に関する追加情報が含まれる。

[0115] 図１３及び１４において新たに示された並進エネルギー及び回転エネルギーのエネルギーデータは、遅延のある広域ネットワークを使用する場合に、遠隔操作中にシステムの安定性と通信リンクのパッシブ性を維持するために出力エネルギーを平準化するＴＤＰＡに用いられる。このように、コーデックを制御するためのエネルギーに関する情報がＳＥＥＨＣヘッダに追加されることで、遠隔操作中にシステムの安定性と通信リンクのパッシブ性を維持

することが可能となる。

[0116] 次に、ＳＥＥＨＣとＳＥサーバ１４０との関係について更に説明する。ＳＥＥＨＣは、遠隔操作時にＴＩ内にＳＥサーバ１４０が存在することを利用し、ＳＥサーバ１４０の特定の動作を定義する。ＳＥサーバ１４０とＳＥＥＨＣとが組み合わされることによってＴＩ機能が強化される。そのため、広域ネットワークでＱｏＥが改善及び保証され、数１００ｋｍ以上となる距離間の遠隔操作において、ネットワーク遅延が低くなるようにサポートがなされる。

[0117] ＳＥＥＨＣは、ＳＥＥＨＣフレーム内のビットを定義する。特にＸフィールドのビットは、ＳＥサーバ１４０の動作を定義するものとして重要である。上記の通り、ネットワーク遅延がない場合、Ｘフィールドのビットサイズは３ビットであるが、ネットワーク遅延がある場合、Ｘフィールドのビットサイズは５ビットである。

[0118] 図１５は、遅延がない場合に、ＳＥＥＨＣスキームに関連するアクションを示す表である。図１５は、図８のＳＥＥＨＣヘッダにおける、ビットサイズが３ビットであるＸフィールドの例を示す。以下、図１５に示される各アクションの例を示す。

[0119] ＸフィールドがＸ１１、すなわち「００１」である場合は、ＳＥサーバ１４０への転送がイネーブルとなる。そのため、リーダー端末１１０は、フォロワー端末１２０に送信していたＨＡＶデータを、フォロワー端末１２０ではなくＳＥサーバ１４０に送信する。また、Ｘ１１は、ＳＥサーバ１４０の第１機能部１４１が実行するネットワーク予測がイネーブルとなることも示す。ネットワーク予測は、例えば、パケット損失、伝送遅延、ＱｏＳ、ＱｏＥ等の少なくともいずれかに関する予測である。第１機能部１４１が予測を実行し、ＨＡＶ通信を制御することで、パケット損失や伝送遅延の軽減がなされるほか、ＱｏＳ、ＱｏＥ等の向上を図ることができる。Ｘ１１は、実施の形態１における（Ａ）に対応する。

[0120] ＸフィールドがＸ１２、すなわち「０１１」である場合は、ＳＥサーバ１

４０への転送がイネーブルとなる。そのため、リーダー端末１１０は、フォロワー端末１２０に送信していたＨＡＶデータを、フォロワー端末１２０ではなくＳＥサーバ１４０に送信する。また、Ｘ１１は、ＳＥサーバ１４０の第２機能部１４２が実行する、人間の行動又はロボットが取得するハプティックデータの予測（エキスパートプロファイル）がイネーブルとなることも示す。これにより、高度なデータモデリング、予測及び訓練がなされる。そして、第２機能部１４２が予測を実行し、ＨＡＶ通信を制御することで、パケット損失や伝送遅延の軽減がなされるほか、ＱｏＳ、ＱｏＥ等の向上を図ることができる。Ｘ１１は、実施の形態１における（Ｂ）に対応する。

[0121] Ｘフィールドがｘ１３、すなわち「１０１」である場合は、新規のＳＥサーバ１４０の検出手続きが開始されることが示される。新規のＳＥサーバ１４０が決定されるとは、現在リーダー端末１１０とフォロワー端末１２０間の通信にＳＥサーバ１４０が関与していない状態で、通信に関する制御を実行するＳＥサーバ１４０が新たに決定されることを示してもよい。又は、新規のＳＥサーバ１４０が決定されるとは、リーダー端末１１０とフォロワー端末１２０間の通信に関する制御を現在実行しているＳＥサーバとは別のＳＥサーバに対して、通信に関する制御を実行させることを示してもよい。Ｘ１３は、例えば、遠隔操作のリーダー側又はフォロワー側のいずれかで、ＱｏＳ又はＱｏＥの少なくともいずれの障害が発生し、より上位のシステムリソースを有する別のＳＥが要求され得る場合に必要となる。

[0122] リーダー端末１１０又はフォロワー端末１２０は、Ｘ１３を含むリクエストを送信することで、新規のＳＥサーバ１４０に通信を制御させることが可能である。リクエストを受信したＳＥサーバ１４０の第１機能部１４１又は第２機能部１４２は、リクエストに応じて、ＨＡＶデータの通信に関する制御を開始する。このようにして、通信を制御するＳＥサーバが選択されていない状態から選択された状態とする、又は通信を制御するＳＥサーバを、よりＱｏＥ等が向上可能なＳＥサーバに選択された状態とすることで、ＨＡＶデータの通信パフォーマンスを向上させることが可能となる。

[0123] ＸフィールドがＸ１４、すなわち「１１１」である場合は、ティアダウンシーケンスが開始されることが示される。これは、遠隔操作セッションが終了し、使用されていたＳＥサーバ１４０のリソースを解放できることをＳＥサーバ１４０に指示する際に必要となる。

[0124] リーダー端末１１０又はフォロワー端末１２０は、使用されていたＳＥサーバ１４０に対してＸ１４を含むトリガを送信することで、そのＳＥサーバ１４０のリソースを解放することが可能である。ＳＥサーバ１４０の第１機能部１４１又は第２機能部１４２は、トリガに応じて、そのリソースを解放する。このようにして、ＳＥサーバ１４０は、他の通信の制御を実行することが可能な状態となるため、リーダー端末１１０とフォロワー端末１２０の間の通信にとどまらず、ネットワーク全体での通信パフォーマンスを向上させることが可能となる。

[0125] 仮に、同じ部屋又は建物内などの近接した距離間のネットワークでマルチモーダルデータ（ＨＡＶデータ）が送受信されるような遠隔操作が行われるような場合は、伝送遅延に関連する課題がないと考えられる。しかしながら、ジッタ、順序外のデータパケット、干渉、モーションフォース制御、インピーダンス制御、通信リンクのパッシブ性、システムの安定性及びリーダーとフォロワー間のシステムドリフト等については、遅延のないネットワークでも課題となり、対処が必要となる可能性がある。しかしながら、遅延のないネットワークに対しても、データの送受信に際して上記のＳＥＥＨＣが用いられることで、このような遅延以外の問題に対処するための高度な方法が可能となり、伝送リンクの障害に対して予防措置を講じることができる。そのため、ネットワークは、より高いＱｏＥを提供することができる。

[0126] 図１６は、遅延がある場合に、ＳＥＥＨＣスキームに関連するアクションを示す表である。図１６は、図１２のＳＥＥＨＣヘッダにおける、ビットサイズが５ビットであるＸフィールドの例を示す。図１６におけるＸフィールドがＸ２１、すなわち「００００１」である場合は、図１５におけるＸフィールドがＸ１１、すなわち「００１」である場合に対応する。図１６におけ

るＸフィールドがＸ２２、すなわち「００００１１」である場合は、図１５におけるＸフィールドがＸ１２、すなわち「０１１」である場合に対応する。図１６におけるＸフィールドがＸ２３、すなわち「１０００１」である場合は、図１５におけるＸフィールドがＸ１３、すなわち「１０１」である場合に対応する。図１６におけるＸフィールドがＸ２４、すなわち「１１１１１」である場合は、図１５におけるＸフィールドがＸ１４、すなわち「１１１」である場合に対応する。

[0127] 遅延がある場合の遠隔操作では、ＳＥサーバ１４０は、高いレベルのＱｏＥをサポートする追加機能を有効にする必要がある。詳細には、ＳＥサーバ１４０は、伝送遅延を軽減し、ＱｏＥレベルを上げ、システムの安定性（通信リンクのパッシブ性）を維持するため、特定の機能を実行するように指示される必要がある。このような場合、リーダー端末１１０は、図１６に示すＸフィールドを利用することで、ＳＥＥＨＣが特定される。

[0128] 次に、リーダー端末及びフォロワー端末のそれぞれのＳＥサーバの検出手続について、以下で説明する。

[0129] 図１７は、リーダー端末が開始し、実行するＳＥサーバの検出手続を示すシーケンス図である。図１７では、リーダー側の物理／仮想エンドポイントＤ１、リーダー端末Ｄ２、ＳＥサーバ（１）Ｄ３、ＳＥサーバ（ｎ）Ｄ４、フォロワー端末Ｄ５、フォロワー側の物理／仮想エンドポイントＤ６を備える広域の遠隔操作システムが示されている。リーダー端末Ｄ２、フォロワー端末Ｄ５、ＳＥサーバ（１）Ｄ３及びＳＥサーバ（ｎ）Ｄ４は、それぞれ、図５におけるリーダー端末１１０、フォロワー端末１２０、ＳＥサーバ１４０に対応する。また、物理／仮想エンドポイントＤ１は、図５における物理環境１１１又は仮想環境１１２の少なくともいずれかに対応し、物理／仮想エンドポイントＤ６は、図５における物理環境１２１又は仮想環境１２２の少なくともいずれかに対応する。ただし、物理／仮想エンドポイントＤ１、Ｄ２は、それぞれリーダー端末Ｄ２、フォロワー端末Ｄ５に搭載されていてもよい。または、物理／仮想エンドポイントＤ１、Ｄ２は、それぞれリーダ

一端末Ｄ２、フォロワー端末Ｄ５と別装置であり、リーダー端末Ｄ２、フォロワー端末Ｄ５と接続された装置であってもよい。また、遠隔操作システムにおいて、ＳＥサーバは複数台であるｎ台備えられている。以下、図１７を参照して検出手続を説明する。

[0130] 物理／仮想エンドポイントＤ１は、リーダー端末Ｄ２に遠隔操作に係るデータを送信する（ステップＳ５１）。リーダー端末Ｄ２は、受信したデータをフォロワー端末Ｄ５に転送する（ステップＳ５２）。フォロワー端末Ｄ５は、受信したデータを、遠隔操作セッションの対象となる物理／仮想エンドポイントＤ６に転送する（ステップＳ５３）。ここまでの操作により、遠隔操作に係るデータが物理／仮想エンドポイントＤ６に送信され、物理／仮想エンドポイントＤ６側で、物理／仮想エンドポイントＤ１のユーザが指示した遠隔操作がなされる。

[0131] 次に、物理／仮想エンドポイントＤ１は、リーダー側でのＱｏＥパフォーマンス（以下、ＱｏＥ（Ｌ）とも記載）をリーダー端末Ｄ２に送信する（ステップＳ５４）。この例では、物理／仮想エンドポイントＤ１はＱｏＥ（Ｌ）が要求される基準を満たしていないことを、リーダー端末Ｄ２に通知する。この通知は、例えば、遠隔操作を実行するユーザが物理／仮想エンドポイントＤ１の入力部を操作することでなされる。

[0132] リーダー端末Ｄ２は、受信した通知に応じてＳＥサーバの検出を開始し、ＳＥサーバ検出を開始することを通知するインジケータを物理／仮想エンドポイントＤ１に送信する（ステップＳ５５）。このインジケータが送信されることで、例えば、ＳＥサーバが検出されるまで物理／仮想エンドポイントＤ１からそれ以上のデータ送信を停止させる等の処理がなされる。

[0133] そして、リーダー端末Ｄ２はＳＥサーバの検出処理を開始する（ステップＳ５６）。リーダー端末Ｄ２は、ＳＥサーバのリクエスト（以下、ＳＥリクエストとも記載）を、ＳＥサーバ（１）Ｄ３及びＳＥサーバ（ｎ）Ｄ４を含む、リーダー端末Ｄ２が接続可能な全てのＳＥサーバに送信する（ステップＳ５７、Ｓ５８）。このＳＥリクエストは、新規のＳＥサーバの検出手続き

が開始されることを意味する、Ｘ１３又はＸ２３のフィールドを含むＳＥＨＣヘッダを有するものである。ＳＥリクエストは、通信に関する制御を実行させるＳＥサーバの候補に対して送信される。ＳＥサーバ（１）Ｄ３及びＳＥサーバ（ｎ）Ｄ４は、ＳＥリクエストを受信し、それに対する応答（以下、ＳＥ応答とも記載）をリーダー端末Ｄ２に送信する（ステップＳ５９、Ｓ６０）。

[0134] リーダー端末Ｄ２は、最適なＳＥサーバを選択するために必要な全ての情報に基づいて、ＳＥ応答を受信したＳＥサーバの中から、現在選択されたＳＥサーバに代えて、最適なＳＥサーバを選択する（ステップＳ６１）。リーダー端末Ｄ２は、通信経路上、リーダー端末Ｄ２と最も近接した位置にあるＳＥサーバを選択し得る。しかしながら、最も近接した位置にあるＳＥサーバは、ベジー状態であったり、負荷が高い状態にあったりする可能性がある。その場合には、他のＳＥサーバであって、システムの負荷や、ＨＡＶデータのレイテンシ要求、通信リンクの安定性といった必要なリソースを提供可能なＳＥサーバが選択され得る。リーダー端末Ｄ２は、受信したＳＥ応答の内容に応じて、必要なリソースを提供可能なＳＥサーバを特定し、特定したＳＥサーバを選択する。

[0135] リーダー端末Ｄ２が最適なＳＥサーバとしてＳＥサーバ（１）Ｄ３を選択すると、リーダー端末Ｄ２は、選択対象となるＳＥサーバ（１）Ｄ３に対して、リソースを予約するリクエスト（以下、ＳＥ予約とも記載）を送信する（ステップＳ６２）。ＳＥサーバ（１）Ｄ３は、ＳＥ予約をリーダー端末Ｄ２から受信したことに応じて、自装置において使用可能なリソースがあるか否かを確認する。ここでは、ＳＥサーバ（１）Ｄ３は、使用可能なリソースがあることを確認し、使用可能なリソースがあることを示すＳＥ応答をリーダー端末Ｄ２に送信する（ステップＳ６３）。

[0136] リーダー端末Ｄ２は、ＳＥサーバ（１）Ｄ３からのＳＥ応答を受信したことに応じて、新たなＳＥサーバとしてＳＥサーバ（１）Ｄ３が選択された結果を通知し、ＳＥサーバのハンドオーバを実行させるＳＥハンドオーバリク

エストを、フォロワー端末Ｄ５に送信する（ステップＳ６４）。フォロワー端末Ｄ５は、ＳＥハンドオーバリクエストを受信したことに応じて、ＳＥハンドオーバリクエストが示すＳＥサーバ（１）Ｄ３に対し、ＳＥ予約を送信する（ステップＳ６５）。ＳＥサーバ（１）Ｄ３は、ＳＥ予約をフォロワー端末Ｄ５から受信したことに応じて、ＳＥ応答をフォロワー端末Ｄ５に送信する（ステップＳ６６）。

[0137] ＳＥ応答を受信したフォロワー端末Ｄ５は、ＳＥサーバのハンドオーバが可能であることを示すハンドオーバ応答をリーダー端末Ｄ２に対して送信する（ステップＳ６７）。また、フォロワー端末Ｄ５は、使用するＳＥサーバをＳＥサーバ（１）Ｄ３に切り替えること（選択結果）を示すインジケータを、物理／仮想エンドポイントＤ６に通知する（ステップＳ６８）。同様に、ハンドオーバ応答を受信したリーダー端末Ｄ２は、使用するＳＥサーバをＳＥサーバ（１）Ｄ３に切り替えることが可能であると認識する。そして、リーダー端末Ｄ２は、使用するＳＥサーバをＳＥサーバ（１）Ｄ３に切り替えることを示すインジケータを、物理／仮想エンドポイントＤ１に通知する（ステップＳ６９）。

[0138] 使用するＳＥサーバがＳＥサーバ（１）Ｄ３に切り替わった後、物理／仮想エンドポイントＤ１は、リーダー端末Ｄ２に遠隔操作に係るデータの送信を再開する（ステップＳ７０）。リーダー端末Ｄ２は、受信したデータを、選択されたＳＥサーバ（１）Ｄ３に転送する（ステップＳ７１）。ＳＥサーバ（１）Ｄ３は、受信したデータを、ＳＥサーバが有するモデルを用いて解析し、データに変更を加える。この解析及び変更処理の詳細は上記の通りである。ＳＥサーバ（１）Ｄ３は、変更がなされたデータをフォロワー端末Ｄ５に送信する（ステップＳ７２）。フォロワー端末Ｄ５は、受信したデータを、遠隔操作セッションの対象となる物理／仮想エンドポイントＤ６に転送する（ステップＳ７３）。ここまでの操作により、遠隔操作に係るデータが変更された上で物理／仮想エンドポイントＤ６に送信される。物理／仮想エンドポイントＤ６側では、物理／仮想エンドポイントＤ１のユーザが指示し

、かつ、遠隔操作に適した調整がなされた遠隔操作がなされる。

[0139] 次に、物理／仮想エンドポイントＤ１は、ＱｏＥ（Ｌ）をリーダー端末Ｄ２に送信する（ステップＳ７４）。この例では、物理／仮想エンドポイントＤ１はＱｏＥ（Ｌ）が要求される基準を満たしていることを、リーダー端末Ｄ２に通知する。そのため、新たなＳＥサーバの選択は実行されず、ステップＳ６９までになされたＳＥサーバの選択は完了する。つまり、物理／仮想エンドポイントＤ１～Ｄ６間の遠隔操作は、ステップＳ６９までになされた設定を用いて続行される。ＱｏＥ（Ｌ）が要求される基準を満たさなくなった場合、ステップＳ５４～Ｓ６９に示したものと同様のＳＥサーバの選択処理が再度開始される。このとき、リーダー端末Ｄ２は、ＳＥサーバ（１）Ｄ３に対して、ＳＥサーバ（１）Ｄ３のリソースを解放することを指示するフィールドＸ１４又はＸ２４を含むＳＥＥＨＣヘッダを、リソースを解放させるトリガとして送信してもよい。

[0140] なお、ステップＳ５４～Ｓ６９に示した処理は、新たにＳＥサーバを選択するだけでなく、既存で選択されたＳＥサーバにおける第１機能部１４１又は第２機能部１４２の少なくともいずれかのイネーブル、ディスエーブル、又は設定の少なくともいずれかを切り替える際に実行されてもよい。つまり、この処理は、ネットワークパラメータ、又は人間若しくはロボットに関する少なくともいずれかの予測に基づいてＨＡＶ通信を制御する方法に何らかの変更が生じた場合に、実行されてもよい。

[0141] 図１８は、フォロワー端末が開始し、実行するＳＥサーバの検出手続を示すシーケンス図である。図１８に示した遠隔操作システムの構成要素は、図１７に示したものと同様である。以下、図１８を参照して検出手続を説明する。

[0142] 物理／仮想エンドポイントＤ１は、リーダー端末Ｄ２に遠隔操作に係るデータを送信する（ステップＳ８１）。リーダー端末Ｄ２は、受信したデータをフォロワー端末Ｄ５に転送する（ステップＳ８２）。フォロワー端末Ｄ５は、受信したデータを、遠隔操作セッションの対象となる物理／仮想エンド

ポイントＤ６に転送する（ステップＳ８３）。ここまでの操作により、遠隔操作に係るデータが物理／仮想エンドポイントＤ６に送信され、物理／仮想エンドポイントＤ６側で、物理／仮想エンドポイントＤ１のユーザが指示した遠隔操作がなされる。

[0143] 次に、物理／仮想エンドポイントＤ６は、フォロワー側でのＱｏＥパフォーマンス（以下、ＱｏＥ（Ｆ）とも記載）をフォロワー端末Ｄ５に送信する（ステップＳ８４）。この例では、物理／仮想エンドポイントＤ６はＱｏＥ（Ｆ）が要求される基準を満たしていないことを、フォロワー端末Ｄ５に通知する。この通知は、例えば、指示された遠隔操作を現地するフォロワー側のロボットのセンサがＱｏＥ（Ｆ）を検出することによってなされる。又は、この通知は、フォロワー端末Ｄ５側のユーザが、物理／仮想エンドポイントＤ６の入力部を操作することでなされてもよい。

[0144] フォロワー端末Ｄ５は、受信した通知に応じてＳＥサーバの検出を開始し、ＳＥサーバ検出を開始することを通知するインジケータを物理／仮想エンドポイントＤ６に送信する（ステップＳ８５）。このインジケータが送信されることで、例えば、ＳＥサーバが検出されるまで物理／仮想エンドポイントＤ６からそれ以上のデータ送信を停止させる等の処理がなされる。

[0145] そして、フォロワー端末Ｄ５はＳＥサーバの検出処理を開始する（ステップＳ８６）。フォロワー端末Ｄ５は、ＳＥリクエストを、ＳＥサーバ（１）Ｄ３及びＳＥサーバ（ｎ）Ｄ４を含む、フォロワー端末Ｄ５が接続可能な全てのＳＥサーバに送信する（ステップＳ８７、Ｓ８８）。このＳＥリクエストは、新規のＳＥサーバの検出手続きが開始されることを意味する、Ｘ１３又はＸ２３のフィールドを含むＳＥＥＨＣヘッダを有するものであってもよい。ＳＥサーバ（１）Ｄ３及びＳＥサーバ（ｎ）Ｄ４は、ＳＥリクエストを受信し、それに対するＳＥ応答をフォロワー端末Ｄ５に送信する（ステップＳ８９、Ｓ９０）。

[0146] フォロワー端末Ｄ５は、最適なＳＥサーバを選択するために必要な全ての情報に基づいて、ＳＥ応答を受信したＳＥサーバの中から、現在選択された

ＳＥサーバに代えて、最適なＳＥサーバを選択する（ステップＳ９１）。フォロワー端末Ｄ５がＳＥサーバを選択する詳細については、ステップＳ６１の説明で示した通りである。フォロワー端末Ｄ５が最適なＳＥサーバとしてＳＥサーバ（１）Ｄ３を選択すると、フォロワー端末Ｄ５は、選択対象となるＳＥサーバ（１）Ｄ３に対して、リソースを予約するためのＳＥ予約を送信する（ステップＳ９２）。ＳＥサーバ（１）Ｄ３は、ＳＥ予約をフォロワー端末Ｄ５から受信したことに応じて、自装置において使用可能なリソースがあるか否かを確認する。ここでは、ＳＥサーバ（１）Ｄ３は、使用可能なリソースがあることを確認し、使用可能なリソースがあることを示すＳＥ応答をフォロワー端末Ｄ５に送信する（ステップＳ９３）。

[0147] フォロワー端末Ｄ５は、ＳＥサーバ（１）Ｄ３からのＳＥ応答を受信したことに応じて、新たなＳＥサーバとしてＳＥサーバ（１）Ｄ３が選択された結果を通知し、ＳＥサーバのハンドオーバを実行させるＳＥハンドオーバリクエストを、リーダー端末Ｄ２に送信する（ステップＳ９４）。リーダー端末Ｄ２は、ＳＥハンドオーバリクエストを受信したことに応じて、ＳＥハンドオーバリクエストが示すＳＥサーバ（１）Ｄ３に対し、ＳＥ予約を送信する（ステップＳ９５）。ＳＥサーバ（１）Ｄ３は、ＳＥ予約をリーダー端末Ｄ２から受信したことに応じて、ＳＥ応答をリーダー端末Ｄ２に送信する（ステップＳ９６）。

[0148] ＳＥ応答を受信したリーダー端末Ｄ２は、ＳＥサーバのハンドオーバが可能であることを示すハンドオーバ応答をフォロワー端末Ｄ５に対して送信する（ステップＳ９７）。また、リーダー端末Ｄ２は、使用するＳＥサーバをＳＥサーバ（１）Ｄ３に切り替えること（選択結果）を示すインジケータを、物理／仮想エンドポイントＤ１に通知する（ステップＳ９８）。同様に、ハンドオーバ応答を受信したフォロワー端末Ｄ５は、使用するＳＥサーバをＳＥサーバ（１）Ｄ３に切り替えることが可能であると認識する。そして、フォロワー端末Ｄ５は、使用するＳＥサーバをＳＥサーバ（１）Ｄ３に切り替えることを示すインジケータを、物理／仮想エンドポイントＤ６に通知す

る（ステップＳ９９）。

[0149] 使用するＳＥサーバがＳＥサーバ（１）Ｄ３に切り替わった後、物理／仮想エンドポイントＤ１は、リーダー端末Ｄ２に遠隔操作に係るデータの送信を再開する（ステップＳ１００）。リーダー端末Ｄ２は、受信したデータを、選択されたＳＥサーバ（１）Ｄ３に転送する（ステップＳ１０１）。ＳＥサーバ（１）Ｄ３は、受信したデータを、ＳＥサーバが有するモデルを用いて解析し、データに変更を加える。この解析及び変更処理の詳細は上記の通りである。ＳＥサーバ（１）Ｄ３は、変更がなされたデータをフォロワー端末Ｄ５に送信する（ステップＳ１０２）。フォロワー端末Ｄ５は、受信したデータを、遠隔操作セッションの対象となる物理／仮想エンドポイントＤ６に転送する（ステップＳ１０３）。ここまでの操作により、遠隔操作に係るデータが変更された上で物理／仮想エンドポイントＤ６に送信される。物理／仮想エンドポイントＤ６側では、物理／仮想エンドポイントＤ１のユーザが指示し、かつ、遠隔操作に適した調整がなされた遠隔操作がなされる。

[0150] 次に、物理／仮想エンドポイントＤ６は、ＱｏＥ（Ｆ）をフォロワー端末Ｄ５に送信する（ステップＳ１０４）。この例では、物理／仮想エンドポイントＤ６はＱｏＥ（Ｆ）が要求される基準を満たしていることを、フォロワー端末Ｄ５に通知する。そのため、新たなＳＥサーバの選択は実行されず、ステップＳ９９までになされたＳＥサーバの選択は完了する。つまり、物理／仮想エンドポイントＤ１～Ｄ６間の遠隔操作は、ステップＳ６９までになされた設定を用いて続行される。ＱｏＥ（Ｆ）が要求される基準を満たさなくなった場合、ステップＳ８４～Ｓ９９に示したものと同様のＳＥサーバの選択処理が再度開始される。このとき、フォロワー端末Ｄ５は、ＳＥサーバ（１）Ｄ３に対して、ＳＥサーバ（１）Ｄ３のリソースを解放することを指示するフィールドＸ１４又はＸ２４を含むＳＥＥＨＣヘッダを、リソースを解放させるトリガとして送信してもよい。

[0151] なお、ステップＳ８４～Ｓ９９に示した処理は、新たにＳＥサーバを選択するだけでなく、既存で選択されたＳＥサーバにおける第１機能部１４１又

は第２機能部１４２の少なくともいずれかのイネーブル、ディスエーブル、又は設定の少なくともいずれかを切り替える際に実行されてもよい。つまり、この処理は、ネットワークパラメータ、又は人間若しくはロボットに関する少なくともいずれかの予測に基づいてＨＡＶ通信を制御する方法に何らかの変更が生じた場合に、実行されてもよい。

[0152] 次に、ＳＥサーバ１４０の訓練について説明する。ＳＥサーバ１４０の訓練では、ＳＥ－ＥＰＳ（SE Expert Profile Selection）スキームが用いられる。ＳＥ－ＥＰＳスキームでは、ＳＥサーバ１４０の第２モデル１４４を訓練して遠隔操作においてＱｏＥをさらに最適化するために、ＳＥサーバ１４０で開始されるエキスパートプロファイルとテンプレートを使用することができる。ＳＥ－ＥＰＳスキームは、予測誤差が最小となる場合に、伝送遅延が１ｍｓ未満となるような、触覚予測の実行をサポートする。ＳＥ－ＥＰＳスキームは、フォロワー端末１２０側で遠隔操作によって動作され、触覚を検知するロボットが明示的にプログラムされることなくスキルを取得する、デモンストレーションによる学習アプローチである。隠れマルコフモデル（ＨＭＭ） は、力とトルクのデータ及び関連パラメータをエンコーディングすることによって、オフラインでの訓練に利用される。ＨＭＭが訓練されることで、一般化されたプロファイルが抽出可能である。ＨＭＭは、広域ネットワークを介したデータ伝送中に失われる可能性のある、順方向及びフィードバックの情報を予測するのに有用である。

[0153] 図１９は、エキスパートプロファイルを用いたＳＥサーバ１４０の訓練を示すイメージ図である。図１９に示されるように、ＨＭＭは複数の専門家によって訓練されてもよい。遠隔医療のための装置、物流で扱われる対象、ドローンや乗り物のような移動する物体等、異なるオブジェクトが物理／仮想世界Ｅ１で使用される場合、エキスパートＥ２はそのようなオブジェクトを使用して、エキスパートプロファイルＥ３を作成する。エキスパートＥ２はエキスパートプロファイルＥ３を使用して、ＳＥサーバＥ４のＳＥを訓練する。これにより、ＳＥが訓練されたエージェントになり、モデルの精度が高

められる。訓練されたＳＥサーバＥ５は、ネットワーク又は人間若しくはロボットの少なくともいずれかに関する予測をすることで、伝送障害や遅延の軽減に寄与する。

[0154] なお、物理／仮想世界Ｅ１には複数のオブジェクトＥ１１が存在してもよく、各オブジェクトＥ１１は異なるものであってもよい。各オブジェクトＥ１１が異なるものである場合、各オブジェクトＥ１１には訓練用に専用のトレーナーＥ１２が必要となる。トレーナーＥ１２による訓練の結果、各オブジェクトＥ１１に応じた異なるプロファイルＥ１３が作成される。例えば、外科医は専用のトレーナーＥ１２を用いることで遠隔操作のプロファイルＥ１３を生成することができる。また、遠隔操作に関連するデータプロファイルも合わせて生成される。訓練セッションの各ステップで、位置、方向、力及びトルクの情報が生成され、ＨＭＭによってデータプロファイルのセットがエンコーディングされる。その後、エンコーディングされたデータプロファイルはＳＥ　Ｅ１４に送信される。そして、訓練されたＳＥ　Ｅ１５によって、オンラインセッション中に一般化されたモデルが再現される。

[0155] なお、以上に示したプロファイルＥ１３の作成は、例えばＳＥサーバ１４０の外部（例えばリーダー端末１１０又はフォロワー端末１２０）でなされてもよい。作成されたプロファイルＥ１３がＳＥサーバＥ４に入力されることで、ＳＥサーバＥ４のＳＥの訓練がなされる。この訓練は、例えば、ＳＥサーバ１４０がパッシブモードである場合（つまり、第１モデル１４３又は第２モデル１４４の少なくともいずれかを使用しない場合）になされる。しかしながら、ＳＥサーバ１４０がアクティブモードである場合、すなわち、第１モデル１４３又は第２モデル１４４の少なくともいずれかが使用される場合に、オンラインでの訓練として、上記の訓練がなされてもよい。

[0156] ＨＭＭは、力、トルク及び速度のデータのセットをプロファイルのセットにエンコーディングするために使用される。ＨＭＭの訓練後、ＳＥサーバＥ４でガウス混合回帰（ＧＭＲ）を利用することで、遠隔操作のオンラインセッションをサポートすることができる。ＨＭＭ／ＧＭＲを使用すると、リー

ダー端末１１０のデータが失われる、又は遅延する場合に、ＳＥサーバＥ４が予測データをフォロワー端末１２０に提供することができる。このシナリオでは、伝送遅延を１ｍｓ未満に抑え、損失データを復元することができる。このＨＭＭ／ＧＭＲモデルが、遠隔操作でのハプティックフィードバック情報を予測するために使用されることで、１ｍｓ未満の予測時間で、広域ネットワーク上のエラー率を抑制することができる。

[0157] ［効果の説明］

広域ネットワークの進化により、自治体又は国家間等の広域ネットワークを介して、離間した人間とデバイスとが容易に接続されるようになった。さらに、ほとんどの電子装置、センサ及びアクチュエータは、容易にアクセス可能な汎用ＡＰＩを提供することができる。ＡＰＩを介して広域ネットワークとデバイス制御を組み合わせることで、リモートステアリングや遠隔医療などの新しいユースケースをもたらした。

[0158] しかしながら、このようなロボットの遠隔操作、特にマルチモーダルデータの送信を伴う遠隔操作は、データ損失及び遅延の観点から、現在の広域ネットワークにとって困難なタスクである。マルチモーダルデータは、例えばＨＡＶデータを含む。広域ネットワークは、有線及び無線の接続リンクが長いため、ユーザーエクスペリエンスに悪影響を及ぼす可能性がある。ユーザーエクスペリエンスは重要度が高く、ＱｏＥとして測定される。現在の遠隔操作システムは適用範囲が限られており、広域ネットワークではＱｏＥが不十分である。そのため、遠隔操作は主に同じ部屋又は建物内などの近接した距離間で行われるが、自治体又は国家間等の長距離間で行うことは困難である。このような長距離の遠隔操作を行った場合、ＱｏＥが劣化することで、ユーザは、ＨＡＶデータの遅延又は損失という、ネットワークの信頼性を失いかねない課題に直面する可能性がある。

[0159] したがって、リーダーとフォロワー間の通信リンクが遠隔制御に影響を与えず、システムの安定性をサポート可能とすることが重要となる。例えば、異なる自治体間又は国家間にまたがるような長距離間の遠隔操作を実行する

場合であっても、同じ部屋又は建物内でなされるローカルな遠隔操作を実行する場合と比較して、ＱｏＥにおいて区別できないか、又は略区別できない状態とすることが望まれる。

[0160] また、長距離間の遠隔操作には、通信経路上、非常に重要な要件が存在する。通信経路（例えば、５Ｇ又は６Ｇといった無線接続における経路）は、遠隔操作それ自体を妨げるべきではない。遠隔操作のエンドポイント（例えばリーダー端末又はフォロワー端末）は、センサ、アクチュエータ、モーター、スプリング、及びダンパーを含む非常に複雑なシステムである。したがって、通信経路を介したデータ伝送は、フォロワー側だけでなく、リーダー側のシステムの安定性にも影響を与える可能性がある。このため、遠隔操作システムは、システム全体のシステム安定性を保証する必要がある。特に、通信経路が低遅延であり、受動的に振る舞い、リーダーとフォロワー間のシステムドリフトを軽減することが最も重要である。しかしながら、このシステム安定性の保証は、広域通信ネットワーク上では実現が困難な要件である。具体的には、５Ｇ又は６Ｇといった広域ネットワーク上でのデータ伝送は、望まないエネルギーの増加が生じたり、システムインピーダンスが変更されたりする可能性がある。

[0161] ハプティックデータ通信は、物理マシンと仮想環境とを遠隔地から正常に制御するため、ネットワーク遅延を１ｍｓ程度にする必要がある。しかしながら、５Ｇ又は６Ｇといった広域ネットワークでは、技術的及び物理的な制約から、ネットワーク遅延を１ｍｓ以下とすることは困難である。技術的な制約は、無線インタフェースにおける遅延だけでなく、有線バックボーンネットワークにおける遅延を含む。物理的な制約は、光の速度が限られることに起因するものであり、この制約によって、広域ネットワークにおいて遅延が生じ、ネットワークが適用可能な距離が制限される。

[0162] 詳細には、ハプティックデータは、運動感覚データと触覚データという異なるデータの少なくともいずれかを含む。運動感覚データは、力、トルク及び圧力に関するデータを含む。これらのデータは、伝送遅延、ジッタ及びパ

ケット損失の影響を非常に受けやすい。データ信号の遅延又は損失が生じることで、人間の知覚にとって認識できないイベントが生ずる可能性がある。さらに、運動感覚データが遅延することで、人間の知覚、すなわち人間の脳が、誤った又は遅延した意思決定をする可能性がある。人間が重要な信号である運動感覚データを感知しても、そのデータが遅延して人間に届いた場合には、無視されてしまう可能性がある。

[0163] また、触覚データは、人間が知覚を介して物体の表面を感知するためのデータである。このようなデータは、伝送遅延の影響を受けにくい。しかしながら、音声データ及びビデオデータを触覚データと組み合わせる場合、触覚データ、音声データ及びビデオデータを同期させることが、高レベルのＱｏＥを実現するために重要となる。したがって、ＨＡＶデータ伝送が、高いネットワーク帯域幅、低遅延及び低ジッタ時間でサポートされることが重要である。

[0164] 以上の背景に鑑み、本件発明者は、本開示に記載の通り、ネットワークコンポーネント及び高度なアルゴリズムをネットワークに追加することで、ネットワーク速度が向上し、遅延が低くなり得ることを見出した。実施の形態２にかかる遠隔操作システム１００は、例えば１００ｋｍ以上の距離を有する５Ｇ（例えば５ＧＡｄｖａｎｃｅｄ）又は６Ｇ等の広域ネットワーク上で、ＨＡＶデータの伝送遅延を低減することができる。そのため、遠隔操作等のハプティックアプリケーションをサポートすることが可能である。

[0165] 詳細には、遠隔操作システム１００のネットワークが、リーダー端末とフォロワー端末との間のデータトラフィックを切り替えることで、リモートユーザのためにＱｏＥを向上させる機能を提供するＳＥにデータを供給させることによって、上記の効果が実現される。ＳＥは、受信機と送信機の機能のほか、ネットワークパラメータを予測する内部モジュール（第１機能部１４１）と、ユーザ又はロボットについて予測する内部モジュール（第２機能部１４２）を備える。

[0166] ＳＥは、第１機能部１４１を用いてネットワークパラメータを予測するこ

とで、トラフィックの品質を向上させ、遠隔操作が実現されるシステムをより安定させることができる。また、ＳＥは、第２機能部１４２を用いて人間の行動を予測することで、新しいシステムデータがＳＥに送信されるまでに、予測したユーザの動作又はロボットが取得するハプティックデータの情報を遠隔操作システムに瞬時にフィードバックすることができる。そのため、ＳＥは、ネットワーク遅延の影響を受けることなく、広域ネットワーク上でＱｏＥを改善することができる。

[0167] ここで、リーダー側とフォロワー側の両方のＱｏＥパラメータを特定することは、必要に応じてＱｏＥを改善するために重要である。ＴＩ内の通信制約を特定することで、ＱｏＥを改善することができる。このような通信制約は、伝送遅延、ジッタ、及びパケット損失といったネットワークパラメータに基づくことがある。実施の形態２における端末は、ＳＥサーバが存在するかどうか、及びそのようなＳＥサーバが遠隔操作セッションをサポートできるかどうかを識別することができる。そしてＳＥサーバは、リーダー端末からＨＡＶデータを受信することによって遠隔操作セッションをサポートし、ＨＡＶデータをフォロワー端末に転送する。また、ＳＥサーバは、フォロワー端末からＨＡＶデータを受信することによって遠隔操作セッションをサポートし、ＨＡＶデータをリーダー端末に転送することも可能である。

[0168] ＳＥサーバには、以下に示す複数のモードが搭載されている。

（１）ＳＥサーバは、リーダー端末から受信したＨＡＶデータを変更せず、リーダー端末からフォロワー端末にそのＨＡＶデータを転送するパッシブモードとすることができる。このパッシブモードでは、ＳＥサーバの第２機能部１４２が無効であるため、ＳＥサーバはユーザ又はロボットについての予測を実行しない。

[0169] （２）ＳＥサーバは、リーダー端末からＨＡＶデータを受信した場合に、そのＨＡＶデータを変更し、変更したデータをフォロワー端末に転送するアクティブモードとすることもできる。このアクティブモードでは、ＳＥサーバの第２機能部１４２が有効であるため、ＳＥサーバはユーザ又はロボット

についての予測を実行し、その予測結果に基づいて、受信したＨＡＶデータを変更する。

[0170] このように、使用されるＳＥが選択されることで、物理的な境界を超えてＴＩの通信範囲を拡張することが可能であるほか、遠隔操作においてＴＩのＱｏＥを向上させることができる。

[0171] また、ＳＥサーバはさらに、送受信されるデータに対して予測等に関する追加機能及び手法を適用することもできる。この予測により、ＳＥはＱｏＥパフォーマンスを向上させることができる。ＳＥサーバは、訓練されたエキスパートモデル、ネットワーク予測又は追加のエンコーディングスキームを用いて、人間の行動又はロボットの取得するハプティックデータを予測することで、ネットワーク遅延をさらに削減すること、又は総合的なＱｏＥパフォーマンスを向上させることが可能である。例えば、実施の形態２では、ＳＥサーバはＳＥ－ＥＰＳを使用して訓練を実行することで、高度な予測モデルを取得することができる。

[0172] なお、パッシブモード又はアクティブモードのいずれにおいても、ＳＥサーバ１４０の第１機能部１４１は、有効であってもよいし、無効であってもよい。第１機能部１４１が有効である場合には、ＳＥサーバ１４０はネットワークパラメータを予測することで、データ伝送のパフォーマンス（又はネットワーク予測の精度）を向上させることができる。このように、ＳＥサーバ１４０の第１機能部１４１及び第２機能部１４２は、それぞれ必要に応じて、個別に機能の有効又は無効が設定されることが可能である。ＱｏＥを向上させるため、ＳＥサーバ１４０の第１機能部１４１及び第２機能部１４２は、いずれかが有効と設定されてもよいし、両方とも有効と設定されてもよい。

[0173] また、予測、リモートレンダリング、又は計算のアウトソーシング等、それぞれ異なる機能を有する複数のＳＥがネットワークに設けられてもよい。各ＳＥは、遠隔操作セッション中に使用される固有の機能のセットを提供することができる。実施の形態２では、上記の通り、最も適切なＳＥを選択す

るための具体的なＳＥ選択手順が記載されている。このＳＥ選択は、選択されたＳＥサーバ１４０の内部機能を指示するためのエンコーディングスキームの一部である。ＳＥＥＨＣは、予測機能に関してＳＥに指示し、ＳＥ、リーダー及びフォロワー側で機能を設定するためのデータフィールドを提供する。このとき、リモートレンダリングや計算のアウトソーシングといった機能を有し、電力消費量が少ない装置をＳＥとしてネットワークに設けることができる。したがって、ネットワークにおける機能を拡張した場合であっても、ネットワークに必要な電力消費量の増大を抑制することができる。

[0174] 図２０は、本開示にかかる効果を示す図である。図２０において、リーダー端末１１０は、ＳＥサーバ１４０を介してフォロワー端末１２０に接続される。リーダー端末１１０及びフォロワー端末１２０の構成は、図５に示した通りであり、説明を省略する。また、ＳＥサーバ１４０は、レンダリング／モデリング部１４Ａ、予測部１４Ｂ及びインタフェース１４Ｃを備える。レンダリング／モデリング部１４Ａは、第１機能部１４１及び第２機能部１４２を総称した機能部であり、予測部１４Ｂは、第１モデル１４３及び第２モデル１４４を総称した機能部である。また、インタフェース１４Ｃは、インタフェース１４５に対応する。

[0175] リーダー端末１１０は、データ接続リンクＬＡ（以下、リンクＬＡとも記載）によって決定される、リーダー端末１１０のデータ伝送が可能であるカバレッジ領域（以下、エリアＡとも記載）を有する。リンクＬＡがエリアＡの境界であるホライゾンＨＡを超えると、リンクＡは不安定、損失が多い、または遅延が生ずる、の少なくともいずれかの状態となる。リーダー端末１１０からホライゾンＨＡを超えた領域においては、リーダー端末１１０のＱｏＥ（Ｌ）を、リンクＬＡの機能であるＱｏＥの調整機能に使用することは現実的ではない。図２０では、ホライゾンＨＡを超えた領域において、ＱｏＥ（Ｌ）がＱｏＥの調整機能に使用できないことが事象Ｆ１として示されている。

[0176] 同様に、フォロワー端末１２０は、データ接続リンクＬＢ（以下、リンク

ＬＢとも記載）によって決定される、フォロワー端末１２０のデータ伝送が可能であるカバレッジ領域（以下、エリアＢとも記載）を有する。リンクＬＢがエリアＢの境界であるホライゾンＨＢを超えると、リンクＢは不安定、損失が多い、または遅延が生ずる、の少なくともいずれかの状態となる。フォロワー端末１２０からホライゾンＨＢを超えた領域においては、フォロワー端末１２０のＱｏＥ（Ｆ）を、リンクＬＢの機能であるＱｏＥの調整機能に使用することは現実的ではない。図２０では、ホライゾンＨＢを超えた領域において、ＱｏＥ（Ｆ）がＱｏＥの調整機能に使用できないことが事象Ｆ２として示されている。

[0177] ここで、リンクＬＡがホライゾンＨＡを超えるような場合、リーダー端末１１０はＱｏＥ（Ｌ）だけでなくフォロワー端末１２０におけるＱｏＥ（Ｆ）も取得し、ＱｏＥ（Ｌ）とＱｏＥ（Ｆ）の違いを検出する。リーダー端末１１０は、例えば検出結果がネットワークの障害を示すような場合に、新規のＳＥサーバ１４０を選択するように、ＳＥサーバ１４０とのネゴシエーションを開始する。リンクＬＢがホライゾンＨＢを超えるような場合も、リーダー端末１１０に代えてフォロワー端末１２０が同様の処理を実行することができる。このように、リーダー端末１１０及びフォロワー端末１２０の両方で、ネットワークパフォーマンスについての判定を実行することが可能である。これにより、予測モデル、アウトソースレンダリング、又はモデリングが可能となる。

[0178] ＳＥサーバ１４０は、ネットワークパフォーマンスメトリクスや人間の活動を予測することによって、広域ネットワーク上での遠隔操作をサポートする。そのため、必要なレイテンシのパラメータが保証され、遠隔手術等のライフクリティカルな操作を実行可能となる。したがって、ＨＡＶアプリケーションシナリオのための安定し、かつ信頼できるＴＩが可能となる。さらにいえば、スマートファクタ、産業用のＩｏＴ（Internet-of-Things）及び遠隔医療のための高い信頼性及び低レイテンシの通信が実現可能となる。

[0179] なお、以上に示した実施の形態は、例えば次のように変更することができ

る。本開示は、ＳＥを含む通信リンクがネットワークとなるＶ２Ｖ（Virtual to Virtual）環境として完全に具体化されてもよい。しかしながら、人間の行動及びその行動データの取得は、Ｇｏｏｇｌｅ　Ｇｌａｓｓ（登録商標）やＨｏｌｏＬｅｎｓ（登録商標）等を用いた仮想空間で実行されてもよい。リーダー端末は、仮想空間で実行された行動等に関するデータをフォロワー端末に送信し、その際に、ＳＥサーバは人間の行動等を予測可能である。そのため、損失データが発生した任意のタイミングで、ＳＥサーバはデータを提供することが可能となる。

[0180] また、ＳＥサーバは、リーダー端末からの基本データ入力のみに基づいて、セッション全体を完全にレンダリングすることも可能である。グラフィックの消耗的でコストのかかるレンダリングはＳＥサーバによって管理可能であるため、これはマルチゲーム操作にとって興味深いものである。例えば、有限要素法によるシミュレーションや３Ｄ（Three Dimensions）レンダリングには、性能の高いグラフィカルユニット（ＧＰＵ）が必要である。ＧＰＵは、いわゆるレンダリングファームのようにＳＥサーバに大量に格納することができるため、ＳＥサーバはマルチゲーム操作等におけるレンダリングを可能とする。したがって、ＡＩグラフィカルレンダリングモデルを含むアウトソースのグラフィカルレンダリングの用途に本開示のシステムを適用することができ、収益化を図ることができる。

[0181] 以下、本開示の用途をまとめたものについて説明する。本開示の各実施の形態に記載されたサーバ及び端末は、例えば生検、注射、脳神経外科又はがん治療を目的とする、遠隔医療、遠隔手術、遠隔ロボット手術、ロボット外科手術等に適用可能だが、適用される用途はこれらに限定されない。本開示は、例えば、遠隔操作用に監修された強化学習ユニットを用いて、離間した距離にある人と機械間のエミュレーションに用いられる。

[0182] 超低レイテンシの広域ネットワークサポートにより、プロアクティブな健康管理、産業の自動化、インテリジェント輸送、並びに防衛及び災害管理のための監視等の適用のために、広域通信ネットワークを介した、離間した場

所間での安全な遠隔操作が可能となる。

[0183] 本開示にかかる遠隔地間の通信により、多数のエデュテインメントアプリケーションと、没入型仮想／拡張現実（ＶＲ／ＡＲ）を含む、リモートマシンを介した人間の没入体験が可能となる。また、本開示により、現実及び仮想のオブジェクト及びマシンの没入型制御と操作とが可能となる。

[0184] アクセスネットワーク上のＡＩ強化サーバは、オフラインのエキスパートによる訓練や、ハプティック認識、運動感覚の認識、又は触覚の認識によるハプティック操作のオンラインシミュレーション等の、ハプティック操作の予測を可能とする。

[0185] 本開示は、現実及び仮想マシンとロボットの感覚と制御を含む、遠隔でのメイン及びレプリカのペア制御をサポート可能であるほか、ＨＡＶデータの予測も可能となる。また、本開示は、スマートファクトリーやスマートロジスティクスを含むハプティックインターネットアプリケーションをサポートすることも可能である。

[0186] 各実施の形態で示した端末又はサーバの少なくともいずれかは、１又は複数のコンピュータによって実現される。端末又はサーバの各部が複数のコンピュータによって実現される場合、端末又はサーバの各部を複数のコンピュータに分散させる方法は任意である。

[0187] 端末又はサーバの各部の一部又は全部は、クラウド上に構築されたクラウドサーバに設けられてもよいし、仮想化技術等を用いて生成されたその他の種類の仮想化サーバに設けられてもよい。クラウドサーバ又は仮想化サーバといったサーバに設けられた機能以外の機能は、エッジに配置される。例えば、遠隔手術を実現する広域ネットワークにおいて、エッジは手術の現場又は現場の近くに配置された装置である。

[0188] 以上に示した実施の形態では、この開示をハードウェアの構成として説明したが、この開示は、これに限定されるものではない。この開示では、上述の実施形態において説明された端末、管理サーバ又はＳＥサーバの少なくともいずれの装置が実行する処理又はステップが、コンピュータ内のプロセッ

サにコンピュータプログラムを実行させることで実現されてもよい。

[0189] 図２１は、以上に示した各実施の形態の装置の処理が実行される情報処理装置のハードウェア構成例を示すブロック図である。図２１を参照すると、この情報処理装置９０は、信号処理回路９１、プロセッサ９２及びメモリ９３を含む。

[0190] 信号処理回路９１は、プロセッサ９２の制御に応じて、信号を処理するための回路である。なお、信号処理回路９１は、送信装置から信号を受信する通信回路を含んでいてもよい。

[0191] プロセッサ９２は、メモリ９３と接続又は結合しており、メモリ９３からソフトウェア又はコンピュータプログラムを読み出して実行することで、上述の実施形態において説明された装置の処理を行う。プロセッサ９２の一例として、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＭＰＵ（Micro Processing Unit）、ＦＰＧＡ（Field-Programmable Gate Array）、ＤＳＰ（Demand-Side Platform）、ＡＳＩＣ（Application Specific Integrated Circuit）が挙げられる。プロセッサ９２として、１個のプロセッサが用いられてもよいし、複数のプロセッサが協働して用いられてもよい。

[0192] メモリ９３は、揮発性メモリや不揮発性メモリ、またはそれらの組み合わせで構成される。なお、揮発性メモリは、例えば、ＤＲＡＭ（Dynamic Random Access Memory)、ＳＲＡＭ（Static Random Access Memory)等のＲＡＭ（Random Access Memory)であってもよい。不揮発性メモリは、例えば、ＰＲＯＭ（Programmable Read Only Memory)、ＥＰＲＯＭ（Erasable Programmable Read Only Memory）等のＲＯＭ（Read Only Memory)、フラッシュメモリや、ＳＳＤ（Solid State Drive）であってもよい。メモリ９３として、１個のメモリが用いられてもよいし、複数のメモリが協働して用いられてもよい。

[0193] メモリ９３は、１以上の命令を格納するために使用される。ここで、１以上の命令は、ソフトウェアモジュール群としてメモリ９３に格納される。プロセッサ９２は、これらのソフトウェアモジュール群をメモリ９３から読み出して実行することで、上述の実施形態において説明された処理を行うこと

ができる。

[0194] なお、メモリ９３は、プロセッサ９２の外部に設けられるものに加えて、プロセッサ９２に内蔵されているものを含んでもよい。また、メモリ９３は、プロセッサ９２を構成するプロセッサから離れて配置されたストレージを含んでもよい。この場合、プロセッサ９２は、Ｉ／Ｏ（Input／Output）インタフェースを介してメモリ９３にアクセスすることができる。

[0195] 以上に説明したように、上述の実施形態における各装置が有する１又は複数のプロセッサは、図面を用いて説明されたアルゴリズムをコンピュータに行わせるための命令群を含む１又は複数のプログラムを実行する。この処理がなされることで、各実施の形態に記載された情報処理が実現できる。

[0196] プログラムは、コンピュータに読み込まれた場合に、実施形態で説明された１又はそれ以上の機能をコンピュータに行わせるための命令群（又はソフトウェアコード）を含む。プログラムは、非一時的なコンピュータ可読媒体又は実体のある記憶媒体に格納されてもよい。限定ではなく例として、コンピュータ可読媒体又は実体のある記憶媒体は、random-access memory (RAM)、read-only memory (ROM)、フラッシュメモリ、solid-state drive (SSD)又はその他のメモリ技術、CD-ROM、digital versatile disk (DVD)、Blu-ray（登録商標）ディスク又はその他の光ディスクストレージ、磁気カセット、磁気テープ、磁気ディスクストレージ又はその他の磁気ストレージデバイスを含む。プログラムは、一時的なコンピュータ可読媒体又は通信媒体上で送信されてもよい。限定ではなく例として、一時的なコンピュータ可読媒体又は通信媒体は、電気的、光学的、音響的、またはその他の形式の伝搬信号を含む。

[0197] なお、上述した実施の形態は本件発明者により得られた技術思想の適用に関する例に過ぎない。すなわち、当該技術思想は、上述した実施の形態のみに限定されるものではなく、種々の変更が可能であることはもちろんである。

[0198] 例えば、上記の実施の形態の一部または全部は、以下の付記のようにも記

載され得るが、以下には限られない。任意の付記に記載された要素の一部または全ては、様々なハードウェア、ソフトウェア、ソフトウェアを記録するための記録手段、システム、及び方法に適用され得る。

（付記１）

ネットワークを介して接続されている他の端末からハプティックデータを受信する受信部と、

前記ハプティックデータの通信状態を示す指標に基づいて、前記ネットワーク上にある管理サーバ宛てに、前記他の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行させるための指示情報を生成する生成部と、

前記指示情報を前記管理サーバに対して送信する送信部と、を備える

端末。

（付記２）

前記生成部は、前記指標に基づいて、前記管理サーバ宛てに、前記端末と前記他の端末との間のネットワークに係るパラメータを予測し、予測される前記パラメータに基づいて、前記端末と前記他の端末との間の通信を制御させるための前記指示情報を生成する、

付記１に記載の端末。

（付記３）

前記生成部は、前記指標に基づいて、前記管理サーバ宛てに、前記他の端末側で生成されるハプティックデータを予測し、予測される前記ハプティックデータに基づいて、前記端末に送信されるハプティックデータの内容を変更して前記端末に送信するように制御させるための前記指示情報を生成する、

付記１又は２に記載の端末。

（付記４）

前記生成部は、前記指標に基づいて、前記他の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行する前記管理サーバを新たに検出するためのリクエストを生成し、

前記送信部は、変更対象となる管理サーバの候補に対して前記リクエストを送信する、

付記１乃至３のいずれか１項に記載の端末。

（付記５）

前記生成部は、前記管理サーバのリソースを解放させるためのトリガを生成し、

前記送信部は、前記トリガを前記管理サーバに対して送信する、

付記１乃至４のいずれか１項に記載の端末。

（付記６）

前記ハプティックデータが、運動感覚データであるか又は触覚データであるかを判定し、判定結果に基づいて、前記ハプティックデータの通信に用いるエンコーダを変更する変更部と、をさらに備える、

付記１乃至５のいずれか１項に記載の端末。

（付記７）

前記ハプティックデータが運動感覚データである場合、前記変更部は、前記通信に用いられるネットワークに生ずる遅延の程度をさらに判定し、判定された遅延の程度に基づいて、前記ハプティックデータの通信に用いるエンコーダを変更する、

付記６に記載の端末。

（付記８）

前記ハプティックデータが運動感覚データである場合、前記変更部は、前記通信に用いられるネットワークに生ずる遅延の有無をさらに判定し、前記遅延がある場合は、前記遅延がない場合と比較して、コーデックを制御するためのエネルギーに関する情報をハプティックデータのヘッダに追加して、前記ヘッダを前記他の端末に送信する、

付記６又は７に記載の端末。

（付記９）

ネットワークを介して第１の端末と接続され、前記第１の端末からハプテ

ィックデータを受信する第２の端末から、前記第１の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行させるための指示情報を受信する受信部と、

前記指示情報に基づいて、前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行する制御実行部と、

を備える管理サーバ。

（付記１０）

前記制御実行部は、前記指示情報に基づいて、前記第１の端末と前記第２の端末との間のネットワークに係るパラメータを予測し、予測される前記パラメータに基づいて、前記第１の端末と前記第２の端末との間の通信を制御する、

付記９に記載の管理サーバ。

（付記１１）

前記制御実行部は、前記指示情報に基づいて、前記第１の端末側で生成されるハプティックデータを予測し、予測される前記ハプティックデータに基づいて、前記第２の端末に送信されるハプティックデータの内容を変更して前記第２の端末に送信するように制御する、

付記９又は１０に記載の管理サーバ。

（付記１２）

前記受信部は、前記第２の端末から、前記第１の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行するためのリクエストを受信し、

前記制御実行部は、前記リクエストに応じて、前記ハプティックデータの通信に関する制御を開始する、

付記９乃至１１のいずれか１項に記載の管理サーバ。

（付記１３）

前記受信部は、前記第２の端末から、前記管理サーバのリソースを解放させるためのトリガを受信し、

前記制御実行部は、前記トリガに応じて、前記管理サーバのリソースを解

放する、

付記９乃至１２のいずれか１項に記載の管理サーバ。

（付記１４）

端末と、

管理サーバと、を備え、

前記端末は、

ネットワークを介して接続されている他の端末からハプティックデータを受信する受信部と、

前記ハプティックデータの通信状態を示す指標に基づいて、前記ネットワーク上にある前記管理サーバ宛てに、前記他の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行させるための指示情報を生成する生成部と、

前記指示情報を前記管理サーバに対して送信する送信部と、を有し、

前記管理サーバは、

前記端末から前記指示情報を受信する受信部と、

前記指示情報に基づいて、前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行する制御実行部と、を有する

通信システム。

（付記１５）

前記生成部は、前記指標に基づいて、前記管理サーバ宛てに、前記端末と前記他の端末との間のネットワークに係るパラメータを予測し、予測される前記パラメータに基づいて、前記端末と前記他の端末との間の通信を制御させるための前記指示情報を生成し、

前記制御実行部は、前記指示情報に基づいて、前記端末と前記他の端末との間のネットワークに係るパラメータを予測し、予測される前記パラメータに基づいて、前記端末と前記他の端末との間の通信を制御する、

付記１４に記載の通信システム。

（付記１６）

前記生成部は、前記指標に基づいて、前記管理サーバ宛てに、前記他の端

末側で生成されるハプティックデータを予測し、予測される前記ハプティックデータに基づいて、前記端末に送信されるハプティックデータの内容を変更して前記端末に送信するように制御させるための前記指示情報を生成し、

前記制御実行部は、前記指示情報に基づいて、前記他の端末側で生成されるハプティックデータを予測し、予測される前記ハプティックデータに基づいて、前記端末に送信されるハプティックデータの内容を変更して前記端末に送信するように制御する、

付記１４又は１５に記載の通信システム。

（付記１７）

ネットワークを介して接続されている他の端末からハプティックデータを受信し、

前記ハプティックデータの通信状態を示す指標に基づいて、前記ネットワーク上にある管理サーバ宛てに、前記他の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行させるための指示情報を生成し、

前記指示情報を前記管理サーバに対して送信する、

ことをコンピュータが実行する方法。

（付記１８）

ネットワークを介して第１の端末と接続され、前記第１の端末からハプティックデータを受信する第２の端末から、前記第１の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行させるための指示情報を受信し、

前記指示情報に基づいて、前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行する、

ことをコンピュータが実行する方法。

（付記１９）

ネットワークを介して接続されている他の端末からハプティックデータを受信し、

前記ハプティックデータの通信状態を示す指標に基づいて、前記ネットワーク上にある管理サーバ宛てに、前記他の端末との前記ハプティックデータ

の通信に関する制御を実行させるための指示情報を生成し、

前記指示情報を前記管理サーバに対して送信する、

ことをコンピュータに実行させるプログラム。

（付記２０）

ネットワークを介して第１の端末と接続され、前記第１の端末からハプティックデータを受信する第２の端末から、前記第１の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行させるための指示情報を受信し、

前記指示情報に基づいて、前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行する、

ことをコンピュータに実行させるプログラム。

[0199] 以上、実施の形態を参照して本開示を説明したが、本開示は上述の実施の形態に限定されるものではない。本開示の構成や詳細には、本開示のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。そして、各実施の形態の全部又は任意の一部の内容は、適宜他の実施の形態と組み合わせることができる。

[0200] この出願は、２０２３年９月５日に出願された日本出願特願２０２３－１４３５４３を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

符号の説明

[0201] １０　端末

１１　受信部

１２　生成部

１３　送信部

２０　管理サーバ

２１　受信部

２２　制御実行部

１００　遠隔操作システム

１１０　リーダー端末

１１１　物理環境

１１２　仮想環境

１１３　ＨＡＶデータ処理部

１１４　エンコーダ／デコーダ

１１５　ＱｏＥ取得部

１２０　フォロワー端末

１２１　物理環境

１２２　仮想環境

１２３　ＨＡＶデータ処理部

１２４　エンコーダ／デコーダ

１２５　ＱｏＥ取得部

１３０　ネットワーク

１３１　第１ネットワーク

１３２　第２ネットワーク

１４０　ＳＥサーバ

１４１　第１機能部

１４２　第２機能部

１４３　第１モデル

１４４　第２モデル

１４５　インタフェース

請求の範囲

[請求項1] ネットワークを介して接続されている他の端末からハプティックデータを受信する受信部と、

前記ハプティックデータの通信状態を示す指標に基づいて、前記ネットワーク上にある管理サーバ宛てに、前記他の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行させるための指示情報を生成する生成部と、

前記指示情報を前記管理サーバに対して送信する送信部と、を備える

端末。

[請求項2] 前記生成部は、前記指標に基づいて、前記管理サーバ宛てに、前記端末と前記他の端末との間のネットワークに係るパラメータを予測し、予測される前記パラメータに基づいて、前記端末と前記他の端末との間の通信を制御させるための前記指示情報を生成する、

請求項１に記載の端末。

[請求項3] 前記生成部は、前記指標に基づいて、前記管理サーバ宛てに、前記他の端末側で生成されるハプティックデータを予測し、予測される前記ハプティックデータに基づいて、前記端末に送信されるハプティックデータの内容を変更して前記端末に送信するように制御させるための前記指示情報を生成する、

請求項１又は２に記載の端末。

[請求項4] 前記生成部は、前記指標に基づいて、前記他の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行する前記管理サーバを新たに検出するためのリクエストを生成し、

前記送信部は、変更対象となる管理サーバの候補に対して前記リクエストを送信する、

請求項１乃至３のいずれか１項に記載の端末。

[請求項5] 前記生成部は、前記管理サーバのリソースを解放させるためのトリ

ガを生成し、

前記送信部は、前記トリガを前記管理サーバに対して送信する、

請求項１乃至４のいずれか１項に記載の端末。

[請求項6] 前記ハプティックデータが、運動感覚データであるか又は触覚データであるかを判定し、判定結果に基づいて、前記ハプティックデータの通信に用いるエンコーダを変更する変更部と、をさらに備える、

請求項１乃至５のいずれか１項に記載の端末。

[請求項7] 前記ハプティックデータが運動感覚データである場合、前記変更部は、前記通信に用いられるネットワークに生ずる遅延の程度をさらに判定し、判定された遅延の程度に基づいて、前記ハプティックデータの通信に用いるエンコーダを変更する、

請求項６に記載の端末。

[請求項8] 前記ハプティックデータが運動感覚データである場合、前記変更部は、前記通信に用いられるネットワークに生ずる遅延の有無をさらに判定し、前記遅延がある場合は、前記遅延がない場合と比較して、コーデックを制御するためのエネルギーに関する情報をハプティックデータのヘッダに追加して、前記ヘッダを前記他の端末に送信する、

請求項６又は７に記載の端末。

[請求項9] ネットワークを介して第１の端末と接続され、前記第１の端末からハプティックデータを受信する第２の端末から、前記第１の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行させるための指示情報を受信する受信部と、

前記指示情報に基づいて、前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行する制御実行部と、

を備える管理サーバ。

[請求項10] 前記制御実行部は、前記指示情報に基づいて、前記第１の端末と前記第２の端末との間のネットワークに係るパラメータを予測し、予測される前記パラメータに基づいて、前記第１の端末と前記第２の端末

との間の通信を制御する、

請求項９に記載の管理サーバ。

[請求項11] 前記制御実行部は、前記指示情報に基づいて、前記第１の端末側で生成されるハプティックデータを予測し、予測される前記ハプティックデータに基づいて、前記第２の端末に送信されるハプティックデータの内容を変更して前記第２の端末に送信するように制御する、

請求項９又は１０に記載の管理サーバ。

[請求項12] 前記受信部は、前記第２の端末から、前記第１の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行するためのリクエストを受信し、

前記制御実行部は、前記リクエストに応じて、前記ハプティックデータの通信に関する制御を開始する、

請求項９乃至１１のいずれか１項に記載の管理サーバ。

[請求項13] 前記受信部は、前記第２の端末から、前記管理サーバのリソースを解放させるためのトリガを受信し、

前記制御実行部は、前記トリガに応じて、前記管理サーバのリソースを解放する、

請求項９乃至１２のいずれか１項に記載の管理サーバ。

[請求項14] 端末と、

管理サーバと、を備え、

前記端末は、

ネットワークを介して接続されている他の端末からハプティックデータを受信する受信部と、

前記ハプティックデータの通信状態を示す指標に基づいて、前記ネットワーク上にある前記管理サーバ宛てに、前記他の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行させるための指示情報を生成する生成部と、

前記指示情報を前記管理サーバに対して送信する送信部と、を有し

、

前記管理サーバは、

前記端末から前記指示情報を受信する受信部と、

前記指示情報に基づいて、前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行する制御実行部と、を有する

通信システム。

[請求項15] 前記生成部は、前記指標に基づいて、前記管理サーバ宛てに、前記端末と前記他の端末との間のネットワークに係るパラメータを予測し、予測される前記パラメータに基づいて、前記端末と前記他の端末との間の通信を制御させるための前記指示情報を生成し、

前記制御実行部は、前記指示情報に基づいて、前記端末と前記他の端末との間のネットワークに係るパラメータを予測し、予測される前記パラメータに基づいて、前記端末と前記他の端末との間の通信を制御する、

請求項１４に記載の通信システム。

[請求項16] 前記生成部は、前記指標に基づいて、前記管理サーバ宛てに、前記他の端末側で生成されるハプティックデータを予測し、予測される前記ハプティックデータに基づいて、前記端末に送信されるハプティックデータの内容を変更して前記端末に送信するように制御させるための前記指示情報を生成し、

前記制御実行部は、前記指示情報に基づいて、前記他の端末側で生成されるハプティックデータを予測し、予測される前記ハプティックデータに基づいて、前記端末に送信されるハプティックデータの内容を変更して前記端末に送信するように制御する、

請求項１４又は１５に記載の通信システム。

[請求項17] ネットワークを介して接続されている他の端末からハプティックデータを受信し、

前記ハプティックデータの通信状態を示す指標に基づいて、前記ネ

ットワーク上にある管理サーバ宛てに、前記他の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行させるための指示情報を生成し、

前記指示情報を前記管理サーバに対して送信する、

ことをコンピュータが実行する方法。

[請求項18] ネットワークを介して第１の端末と接続され、前記第１の端末からハプティックデータを受信する第２の端末から、前記第１の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行させるための指示情報を受信し、

前記指示情報に基づいて、前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行する、

ことをコンピュータが実行する方法。

[請求項19] ネットワークを介して接続されている他の端末からハプティックデータを受信し、

前記ハプティックデータの通信状態を示す指標に基づいて、前記ネットワーク上にある管理サーバ宛てに、前記他の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行させるための指示情報を生成し、

前記指示情報を前記管理サーバに対して送信する、

ことをコンピュータに実行させるプログラム。

[請求項20] ネットワークを介して第１の端末と接続され、前記第１の端末からハプティックデータを受信する第２の端末から、前記第１の端末との前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行させるための指示情報を受信し、

前記指示情報に基づいて、前記ハプティックデータの通信に関する制御を実行する、

ことをコンピュータに実行させるプログラム。

[図1]

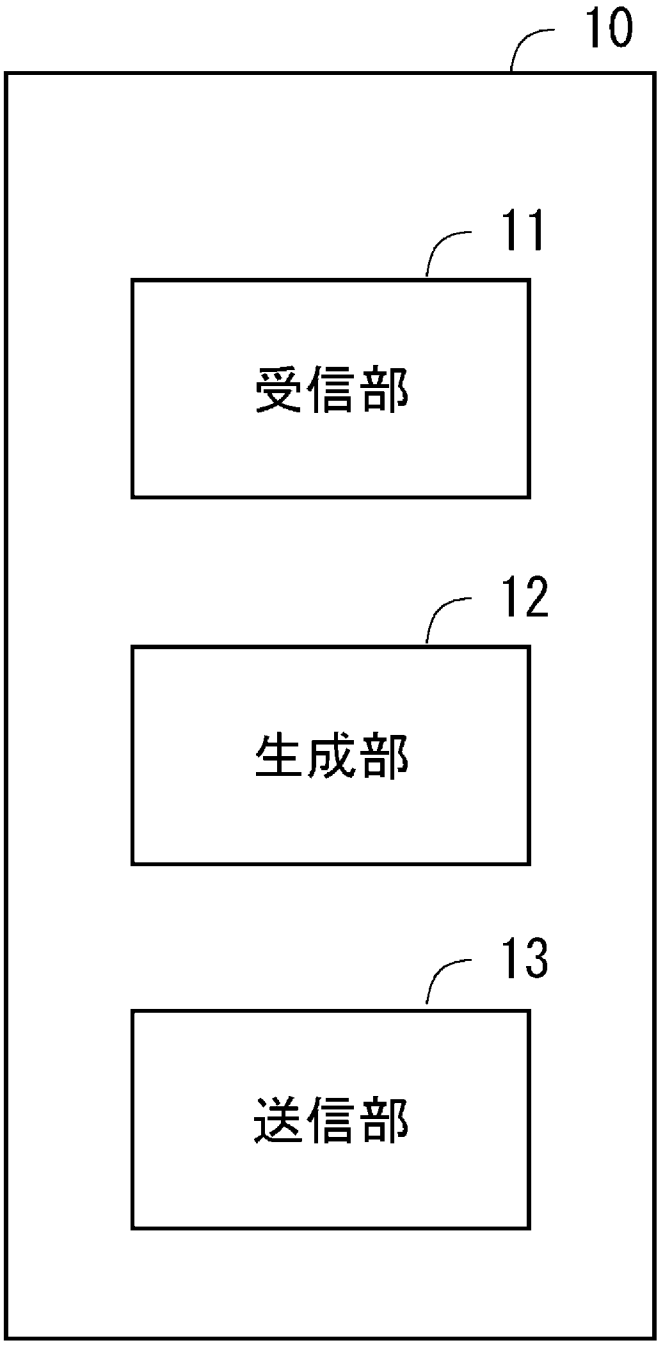


Fig. 1

[図2]

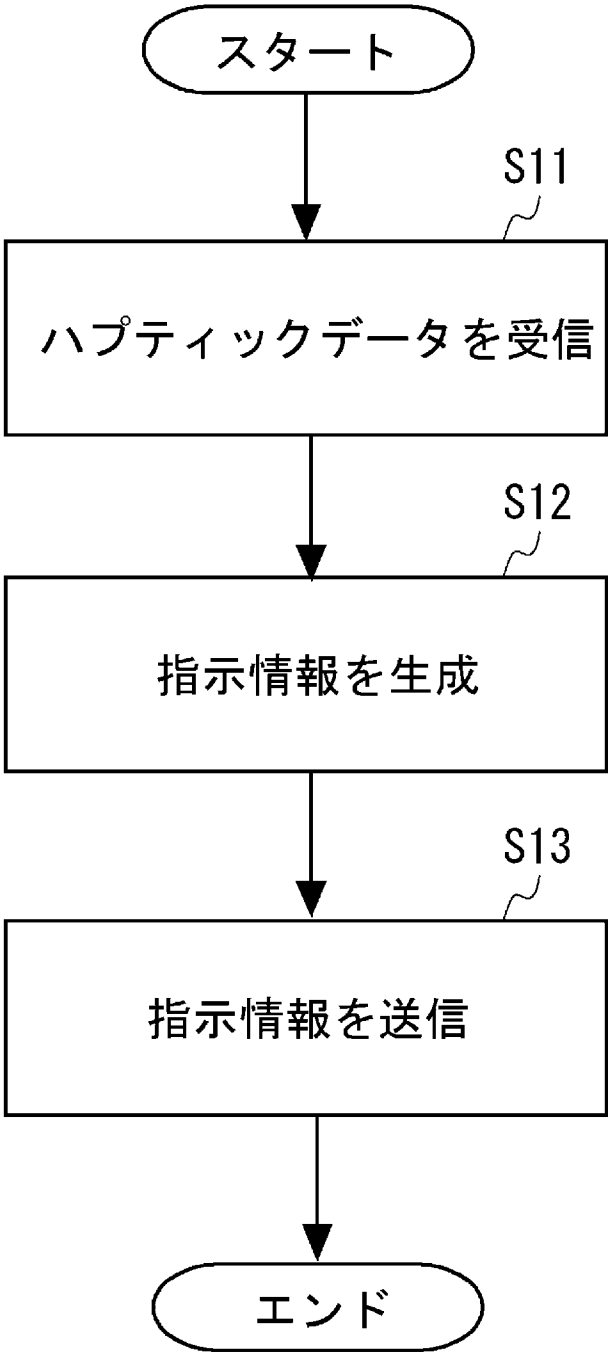


Fig. 2

[図3]

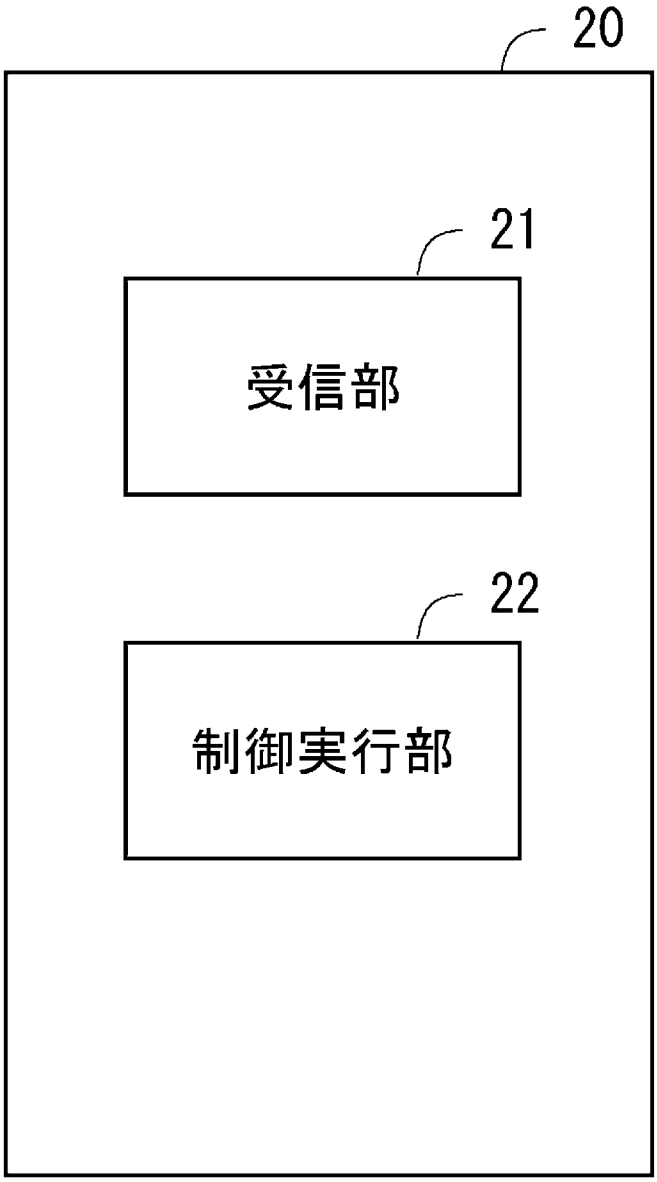


Fig. 3

[図4]

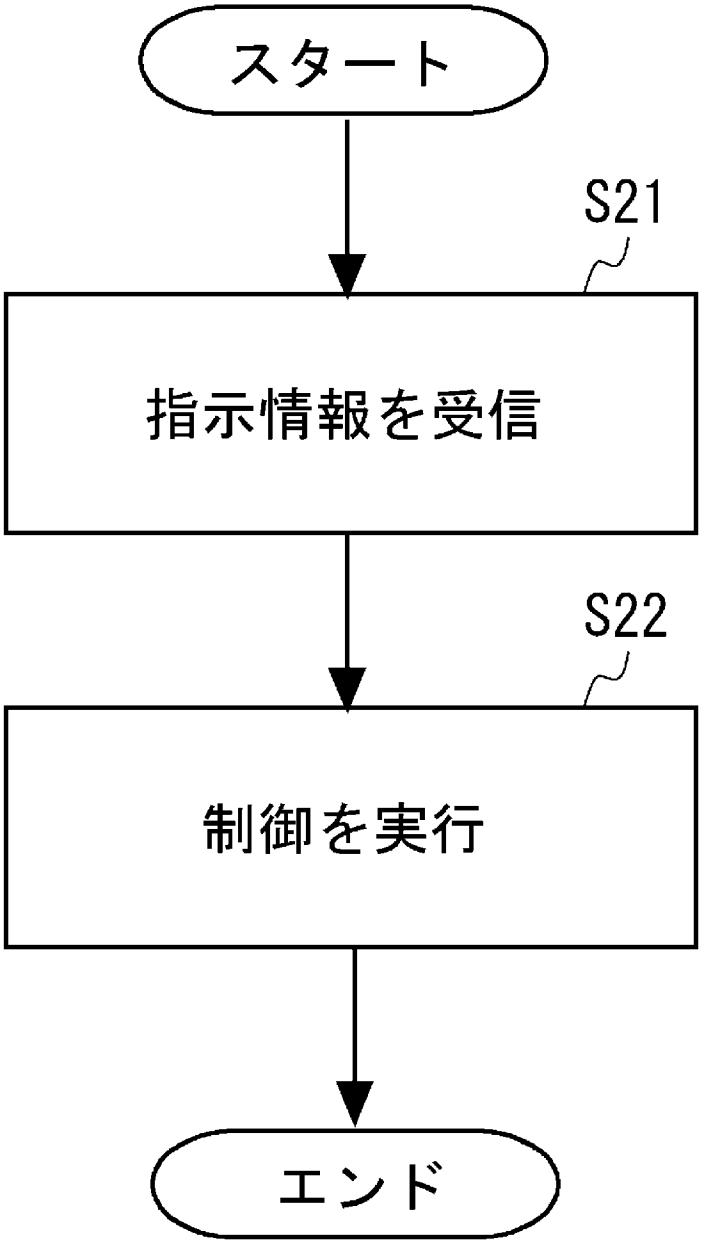


Fig. 4

[図5]

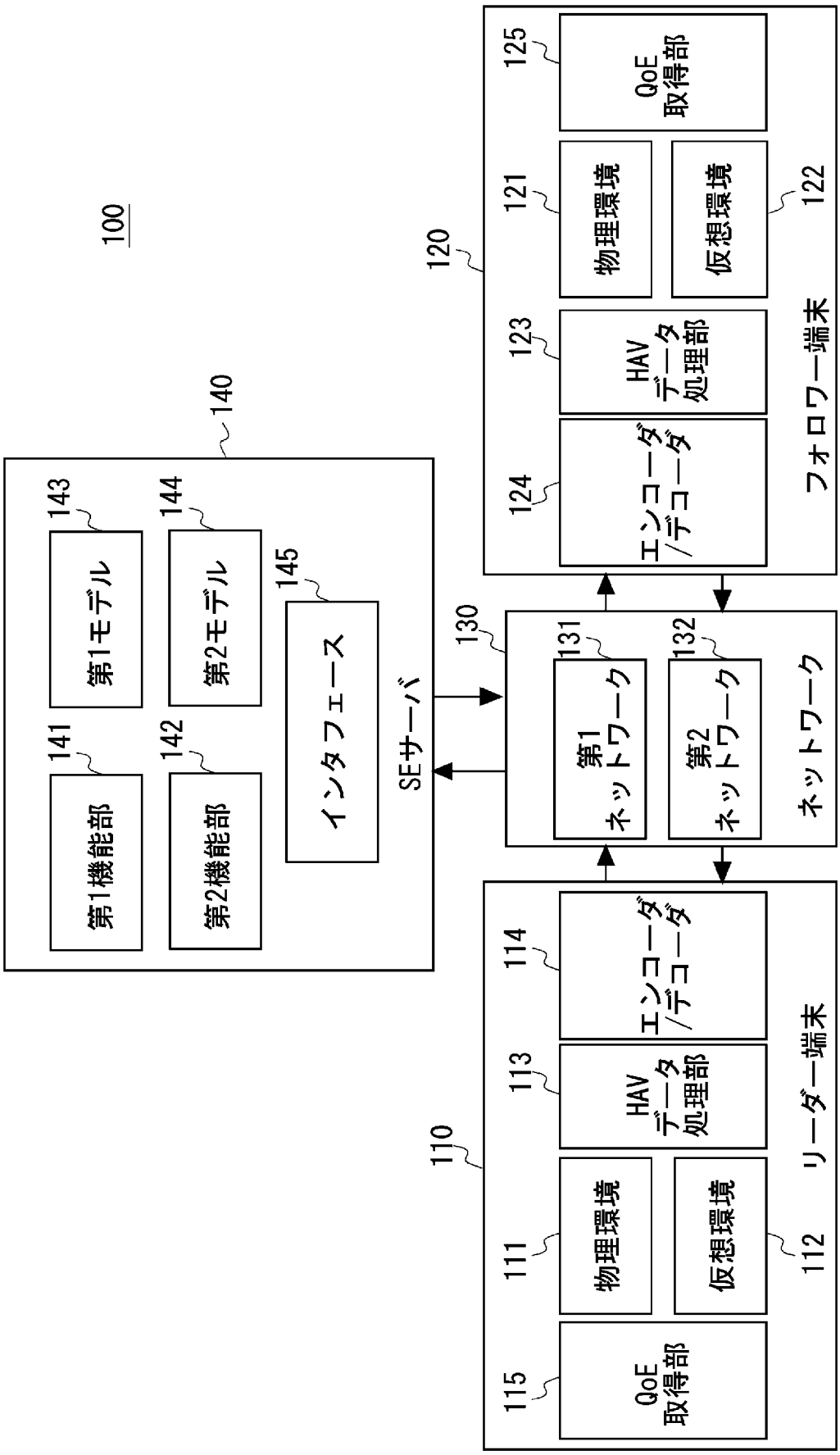

100
140
143
第1モデル
144
第2モデル
145
インタフェース
141
第1機能部
142
第2機能部
SEサーバ
130
131
第1
ネットワーク
132
第2
ネットワーク
ネットワーク
120
125
QoE
取得部
121
物理環境
122
仮想環境
123
HAV
データ
処理部
124
エンコーダ
/デコーダ
フォロワー端末
110
114
エンコーダ
/デコーダ
113
HAV
データ
処理部
111
物理環境
112
仮想環境
115
QoE
取得部
リーダー端末

Fig. 5

[図6]

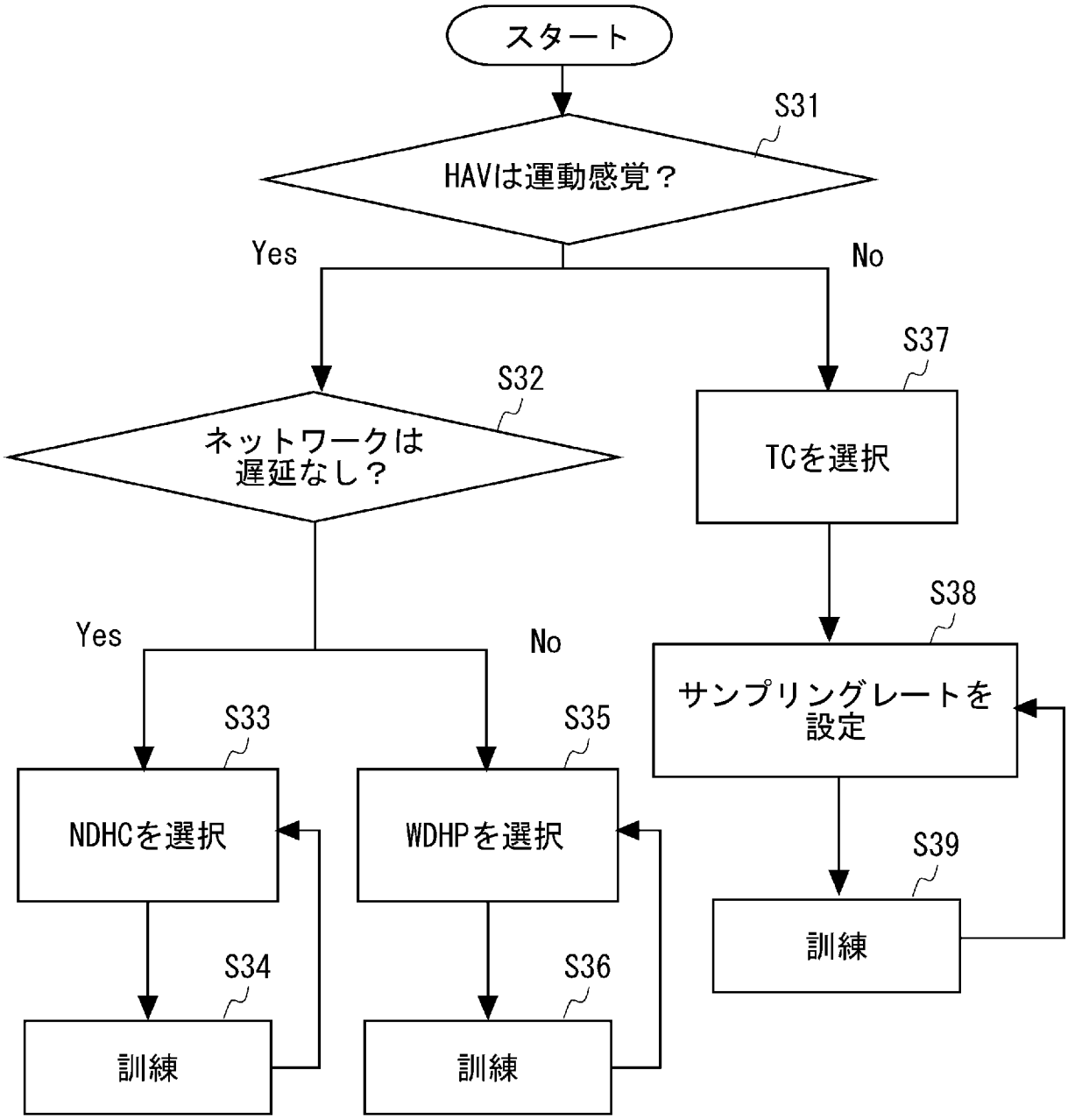

スタート
S31
HAVは運動感覚？
Yes
No
S32
ネットワークは
遅延なし？
S37
TCを選択
Yes
No
S38
サンプリングレートを
設定
S33
S35
NDHCを選択
WDHPを選択
S39
訓練
S34
S36
訓練
訓練

Fig. 6

[図7]

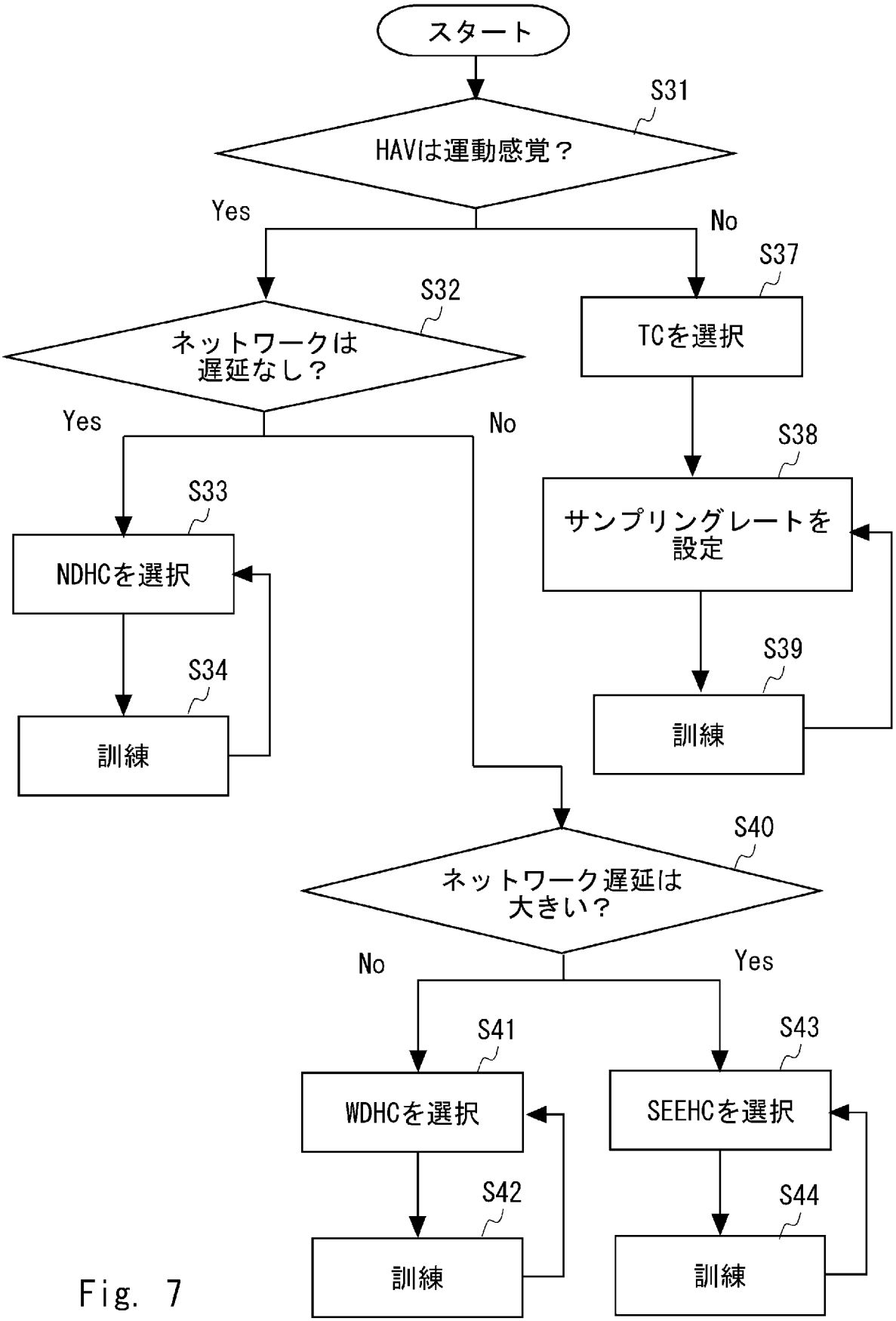

スタート
S31
HAVは運動感覚？
Yes
No
S37
TCを選択
S32
ネットワークは
遅延なし？
Yes
No
S38
サンプリングレートを
設定
S33
NDHCを選択
S39
訓練
S34
訓練
S40
ネットワーク遅延は
大きい？
No
Yes
S41
WDHCを選択
S43
SEEHCを選択
S42
訓練
S44
訓練

Fig. 7

[図8]

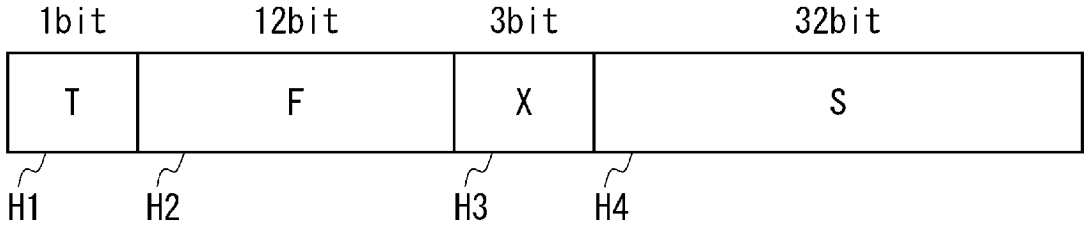


Fig. 8

[図9]

T	方向の種類	順方向は"0" 逆方向は "1"
F	フィールド インジケーター	エンコーダに基づくシンタックス
X		SE動作を指示するために用いられる 拡張ビット
S	シーケンス番号	各サンプリングステップについて シーケンス番号は１ずつ増加する。 送信されるパケットは最新の シーケンス番号を含む。 TIシステムタイムスタンプと シーケンス番号との相違は パケットドロップ情報に用いられてもよい。

Fig. 9

[図10]

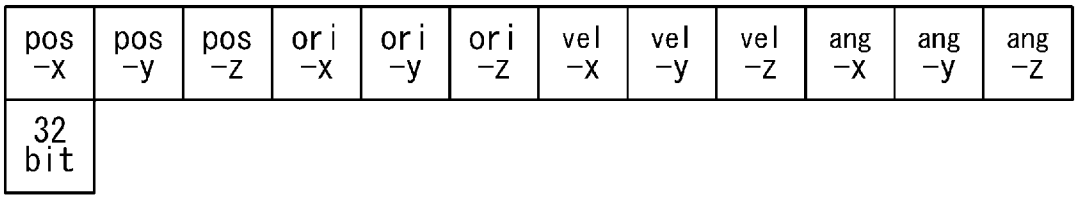


Fig. 10

[図11]

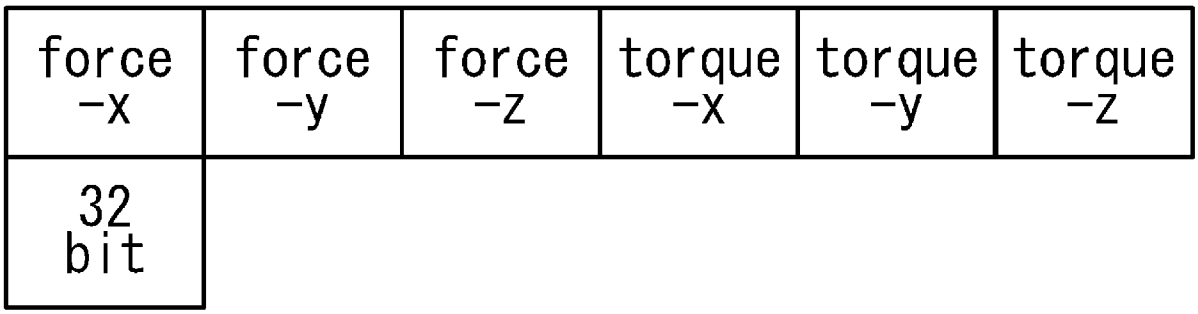


Fig. 11

[図12]

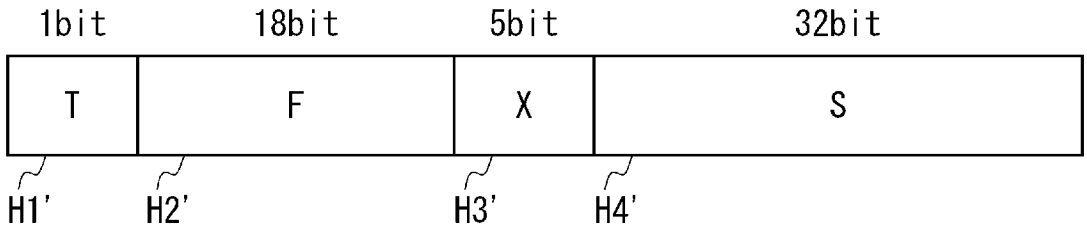


Fig. 12

[図13]

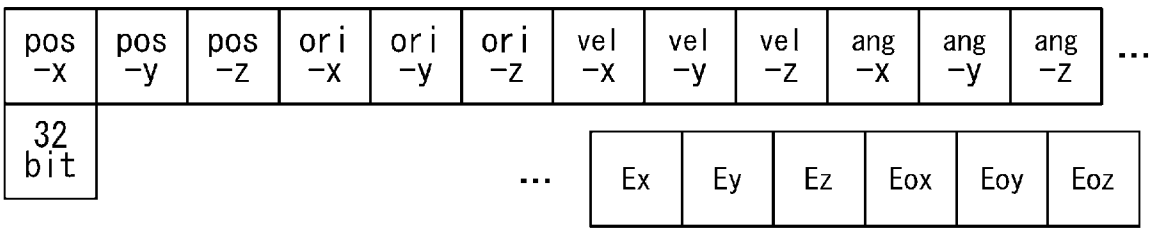


Fig. 13

[図14]

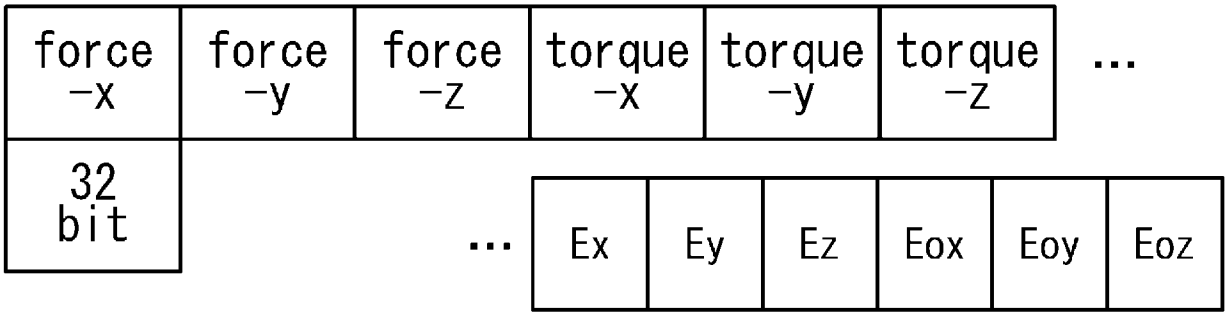


Fig. 14

[図15]

X11	001	SE転送がイネーブル; ネットワーク予測がイネーブル (パケット損失,遅延,QoS,QoE)
X12	011	SE転送がイネーブル; エキスパートプロファイルがイネーブル (高度なデータモデリング,予測,訓練)
X13	101	新規のSE検出手続を開始
X14	111	ティアダウンシーケンス(SEリソースの解放)

Fig. 15

[図16]

X21	00001	SE転送がイネーブル; ネットワーク予測がイネーブル (パケット損失,遅延,QoS,QoE)
X22	00011	SE転送がイネーブル; エキスパートプロファイルがイネーブル (高度なデータモデリング,予測,訓練)
X23	10001	新規のSE検出手続を開始
X24	11111	ティアダウンシーケンス(SEリソースの解放)

Fig. 16

[図17]

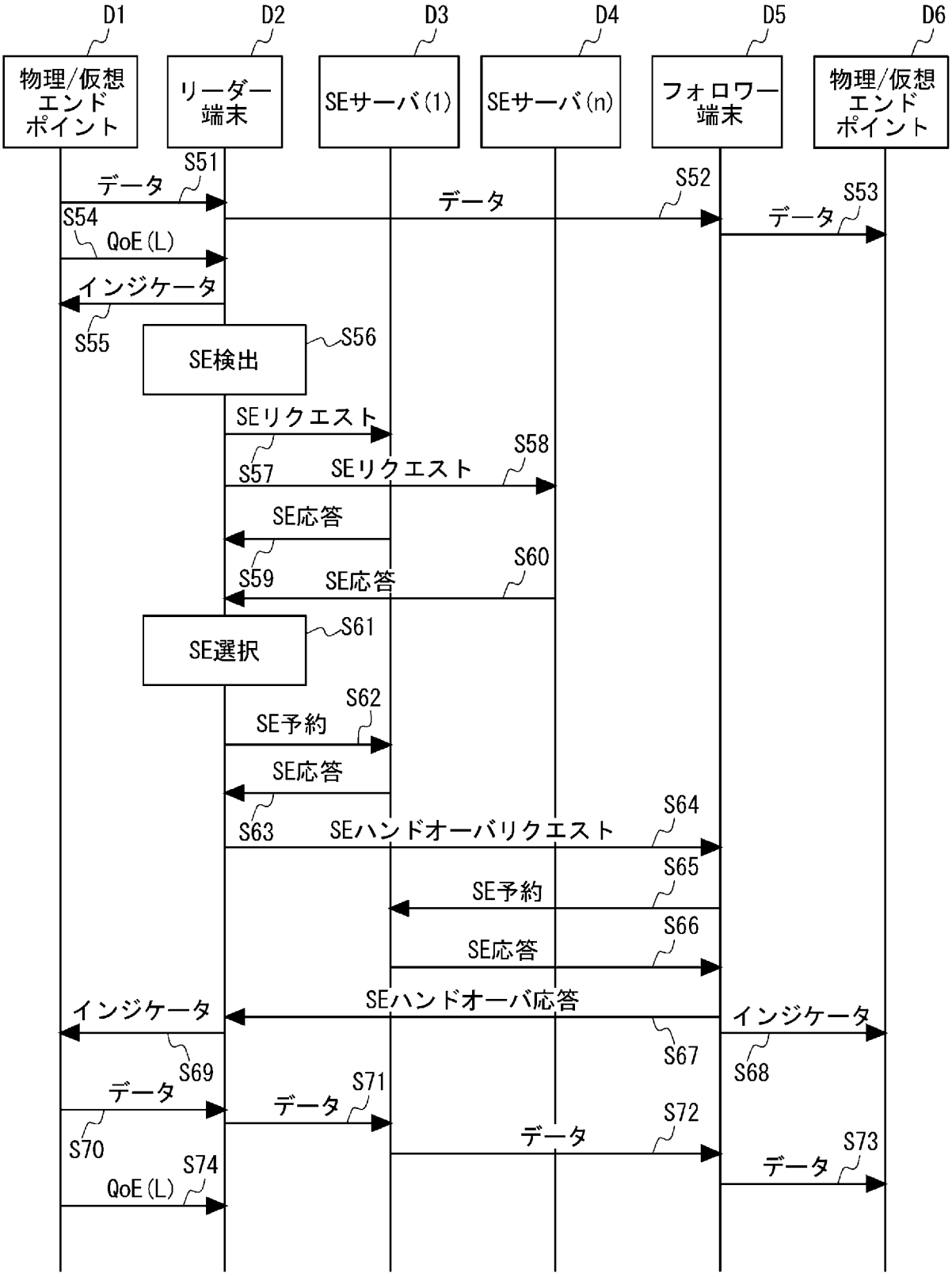

D1
D2
D3
D4
D5
D6
物理/仮想エンドポイント
リーダー端末
SEサーバ(1)
SEサーバ(n)
フォロワー端末
物理/仮想エンドポイント
S51
データ
S52
データ
S53
データ
S54
QoE(L)
インジケータ
S55
SE検出
S56
SEリクエスト
S57
SEリクエスト
S58
SE応答
S59
SE応答
S60
SE選択
S61
S62
SE予約
SE応答
S63
SEハンドオーバリクエスト
S64
S65
SE予約
S66
SE応答
SEハンドオーバ応答
S67
インジケータ
インジケータ
S68
S69
データ
S70
データ
S71
データ
S72
データ
S73
S74
QoE(L)

Fig. 17

[図18]

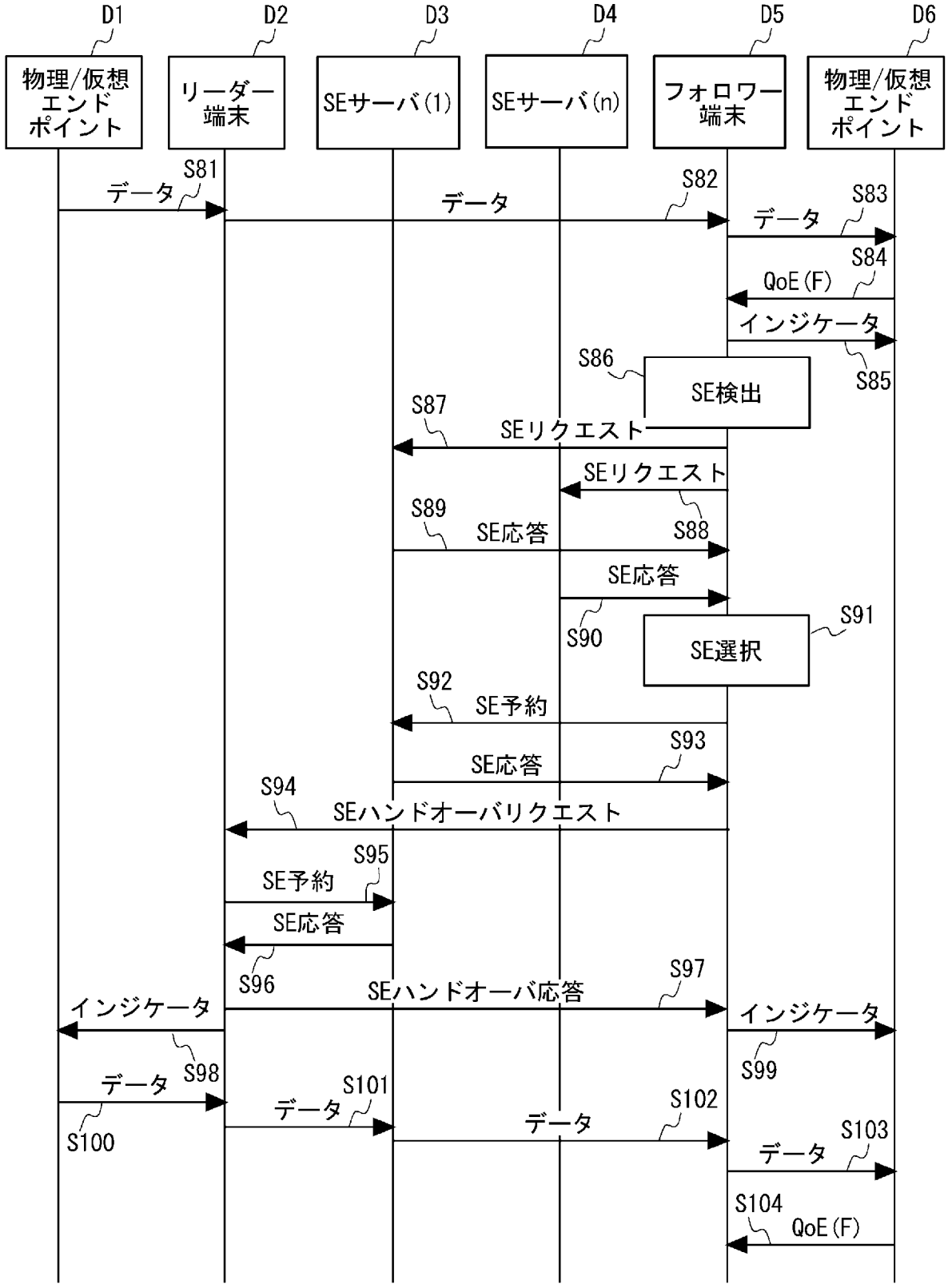

D1
D2
D3
D4
D5
D6
物理/仮想エンドポイント
リーダー端末
SEサーバ(1)
SEサーバ(n)
フォロワー端末
物理/仮想エンドポイント
S81
データ
S82
データ
S83
データ
S84
QoE(F)
インジケータ
S85
S86
SE検出
S87
SEリクエスト
SEリクエスト
S88
S89
SE応答
SE応答
S90
S91
SE選択
S92
SE予約
S93
SE応答
S94
SEハンドオーバリクエスト
S95
SE予約
SE応答
S96
S97
SEハンドオーバ応答
インジケータ
インジケータ
S98
S99
データ
S100
S101
データ
S102
データ
S103
データ
S104
QoE(F)

Fig. 18

[図19]

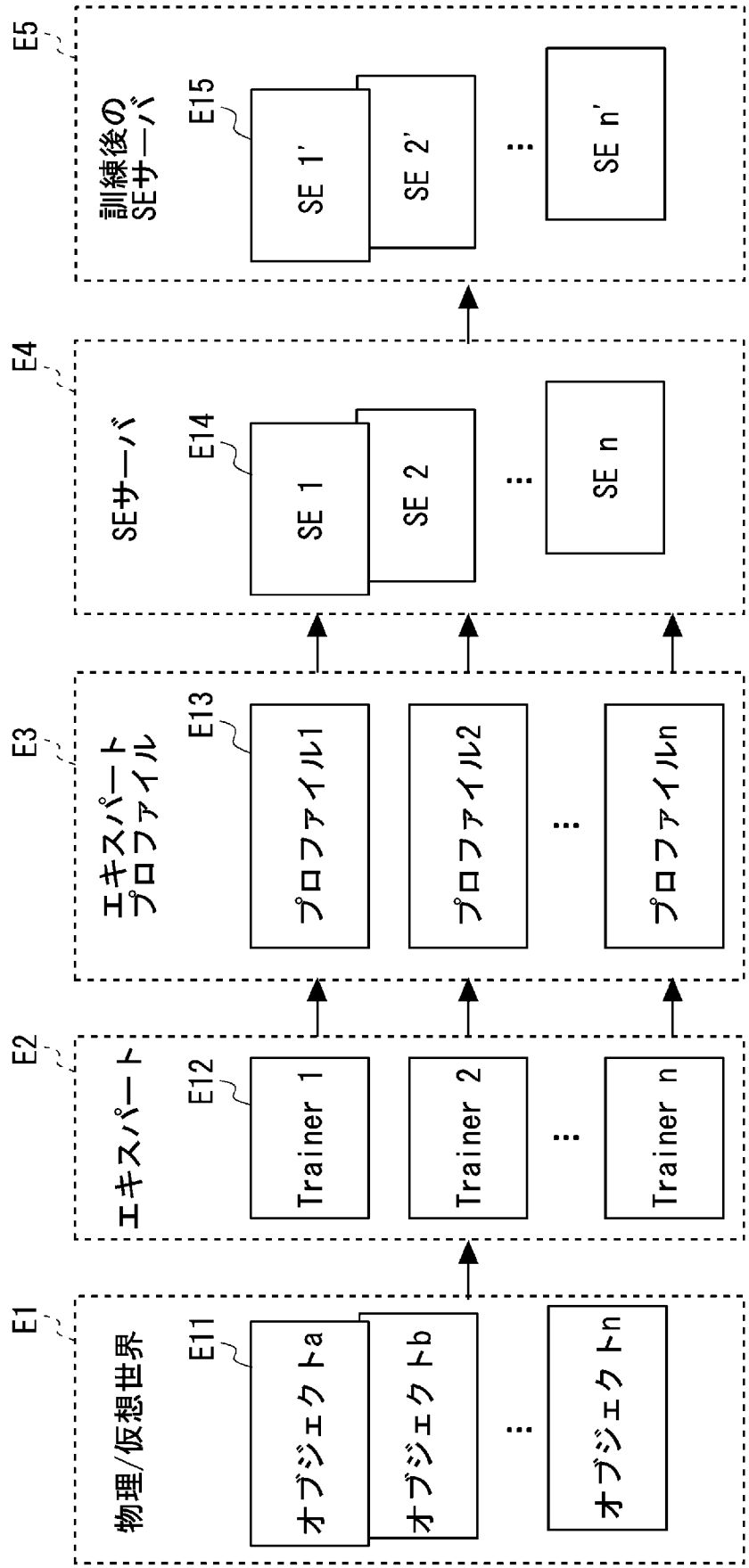

E5
訓練後の
SEサーバ
E15
SE 1'
SE 2'
SE n'
E4
SEサーバ
E14
SE 1
SE 2
SE n
E3
エキスパート
プロファイル
E13
プロファイル1
プロファイル2
プロファイルn
E2
エキスパート
E12
Trainer 1
Trainer 2
Trainer n
E1
物理/仮想世界
E11
オブジェクトa
オブジェクトb
オブジェクトn

Fig. 19

[図20]

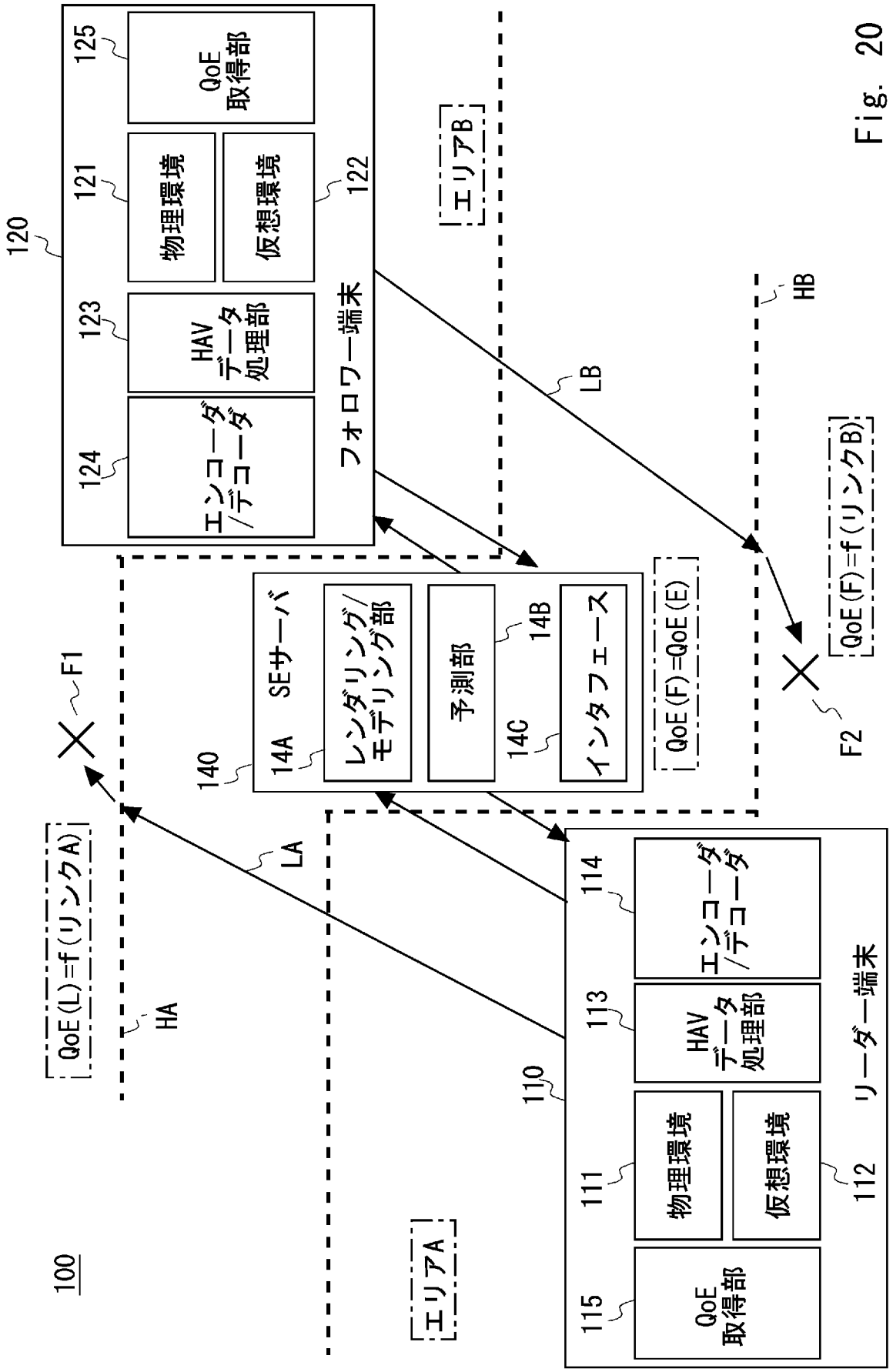

100
エリアA
エリアB
HA
HB
LA
LB
F1
F2
QoE(L)=f(リンクA)
QoE(F)=f(リンクB)
QoE(F)=QoE(E)
110
リーダー端末
111
物理環境
112
仮想環境
113
HAV
データ
処理部
114
エンコーダ
/デコーダ
115
QoE
取得部
120
フォロワー端末
121
物理環境
122
仮想環境
123
HAV
データ
処理部
124
エンコーダ
/デコーダ
125
QoE
取得部
140
SEサーバ
14A
レンダリング/
モデリング部
14B
予測部
14C
インタフェース

Fig. 20

[図21]

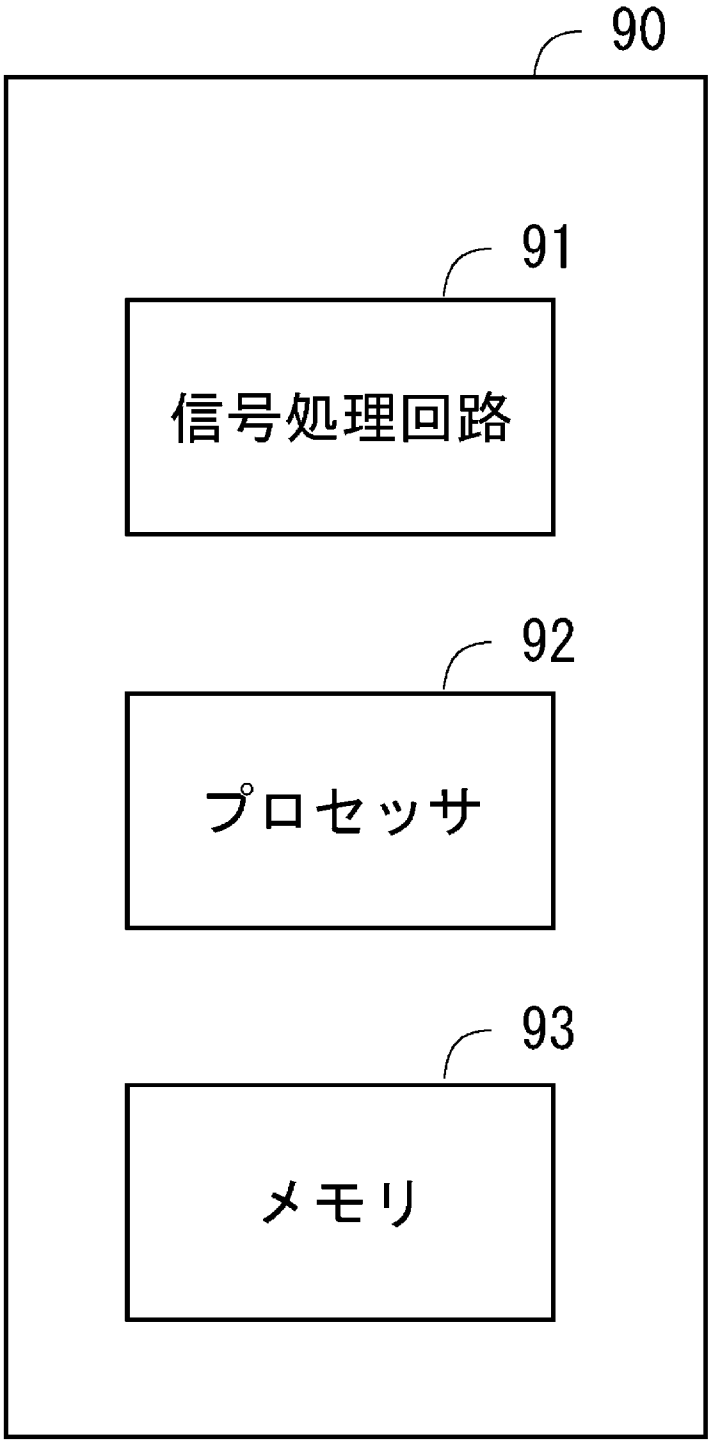


Fig. 21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/028166

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 65/80(2022.01)i; ***G06F 3/01***(2006.01)i; ***H04N 21/437***(2011.01)i
FI: H04L65/80; H04N21/437; G06F3/01 560

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L65/80; G06F3/01; H04N21/437

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2021/124902 A1 (SONY GROUP CORPORATION) 24 June 2021 (2021-06-24) paragraphs [0022]-[0025], [0037], [0040], [0185]-[0187], fig. 2	1, 5-6, 9, 12-14, 17-20
Y		2-4, 7, 10-11, 15-16
A		8
Y	JP 2022-180139 A (NIPPON HOSO KYOKAI) 06 December 2022 (2022-12-06) paragraphs [0022]-[0024]	2-3, 10-11, 15-16
Y	JP 2014-49850 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 17 March 2014 (2014-03-17) paragraphs [0009], [0010], [0034]	4
Y	JP 2006-33396 A (SONY CORPORATION) 02 February 2006 (2006-02-02) paragraphs [0008], [0009]	7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
09 October 2024	**29 October 2024**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/028166

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2021/124902 A1	24 June 2021	US 2022/0388178 A1 paragraphs [0092]-[0095], [0107], [0110], [0256]-[0258], fig. 2 CN 114787754 A EP 4079459 A1	
JP 2022-180139 A	06 December 2022	(Family: none)	
JP 2014-49850 A	17 March 2014	(Family: none)	
JP 2006-33396 A	02 February 2006	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/028166

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H04L 65/80(2022.01)i; G06F 3/01(2006.01)i; H04N 21/437(2011.01)i
FI: H04L65/80; H04N21/437; G06F3/01 560

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

H04L65/80; G06F3/01; H04N21/437

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	WO 2021/124902 A1 (ソニーグループ株式会社) 24.06.2021 (2021-06-24) 段落[0022]-[0025],[0037],[0040],[0185]-[0187],図2	1,5-6,9,12-14,17-20
Y		2-4,7,10-11,15-16
A		8
Y	JP 2022-180139 A (日本放送協会) 06.12.2022 (2022-12-06) 段落[0022]-[0024]	2-3,10-11,15-16
Y	JP 2014-49850 A (住友電気工業株式会社) 17.03.2014 (2014-03-17) 段落[0009],[0010],[0034]	4
Y	JP 2006-33396 A (ソニー株式会社) 02.02.2006 (2006-02-02) 段落[0008],[0009]	7

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
09.10.2024	29.10.2024

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
小林　義晴 5X 9572
電話番号 03-3581-1101 内線 3596

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/028166

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2021/124902 A1	24.06.2021	US 2022/0388178 A1 段落[0092]-[0095],[0107],[0110],[0256]-[0258],Fig.2 CN 114787754 A EP 4079459 A1	
JP 2022-180139 A	06.12.2022	（ファミリーなし）	
JP 2014-49850 A	17.03.2014	（ファミリーなし）	
JP 2006-33396 A	02.02.2006	（ファミリーなし）	