

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7635789号
(P7635789)

(45)発行日 令和7年2月26日(2025.2.26)

(24)登録日 令和7年2月17日(2025.2.17)

(51)国際特許分類

F I

| | | | | | |
|---------|-------|-----------|---------|-------|-------|
| H 0 4 W | 36/14 | (2009.01) | H 0 4 W | 36/14 | |
| H 0 4 W | 48/18 | (2009.01) | H 0 4 W | 48/18 | 1 1 3 |
| H 0 4 W | 88/04 | (2009.01) | H 0 4 W | 88/04 | |
| H 0 4 W | 36/30 | (2009.01) | H 0 4 W | 36/30 | |
| H 0 4 W | 88/06 | (2009.01) | H 0 4 W | 88/06 | |

請求項の数 19 (全34頁)

(21)出願番号 特願2022-575027(P2022-575027)
 (86)(22)出願日 令和3年1月18日(2021.1.18)
 (86)国際出願番号 PCT/JP2021/001423
 (87)国際公開番号 WO2022/153523
 (87)国際公開日 令和4年7月21日(2022.7.21)
 審査請求日 令和6年1月9日(2024.1.9)

(73)特許権者 000002185
 ソニーグループ株式会社
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74)代理人 110002147
 弁理士法人酒井国際特許事務所
 (72)発明者 堀田 幸暉
 東京都品川区東品川4丁目12番3号
 ソニーモバイルコミュニケーションズ株式
 会社社内
 審査官 高 木 裕 子

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 通信装置、通信方法、及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

それぞれ異なる通信路を使って上流ネットワークへ接続する複数の通信機能を有する通信装置であって、

前記通信装置を介して前記上流ネットワークへ接続する他の通信装置との通信を制御する通信制御部と、

前記通信路の切り替えのための前記通信路に関する情報を該切り替えの前に前記他の通信装置に通知する通知部と、を備え、

前記通信制御部は、

前記通信路に関する情報が通知された前記他の通信装置から、前記通信路の品質に関する要求を含む前記通信路の切り替えに関する要求を受信し、

前記他の通信装置からの前記要求を受信した場合に、該要求を満たす品質の通信路に切り替える、

通信装置。

【請求項2】

前記通信制御部は、前記他の通信装置から、前記通信路に関する情報の通知基準の情報を受信し、

前記通知部は、前記通知基準に基づいて、前記他の通信装置に前記通信路に関する情報を通知する、

請求項1に記載の通信装置。

【請求項 3】

それぞれ異なる通信路を使って上流ネットワークへ接続する複数の通信機能を有する通信装置であって、

前記通信装置を介して前記上流ネットワークへ接続する他の通信装置との通信を制御する通信制御部と、

前記通信路の切り替えのための前記通信路に関する情報を該切り替えの前に前記他の通信装置に通知する通知部と、を備え、

前記通信制御部は、前記他の通信装置から、前記通信路に関する情報の通知基準の情報を受信し、

前記通知部は、前記通知基準に基づいて、前記他の通信装置に前記通信路に関する情報を通知する、

通信装置。

10

【請求項 4】

前記通信制御部は、

前記通信路に関する情報が通知された前記他の通信装置から前記通信路の切り替えに関する要求を受信し、

前記他の通信装置からの前記要求に基づいて前記通信路の切り替えに関する制御を行う、
請求項 3 に記載の通信装置。

【請求項 5】

前記通信路の切り替えに関する要求には、前記通信路の品質に関する要求が含まれ、

前記通信制御部は、前記他の通信装置からの前記要求を受信した場合に、該要求を満たす品質の通信路に切り替える、

請求項 4 に記載の通信装置。

20

【請求項 6】

前記通信路の切り替えに関する制御には、1つの前記通信機能を使っての接続を、複数の前記通信機能を束ねた接続に切り替える制御が含まれる、

請求項 4 又は 5 に記載の通信装置。

【請求項 7】

前記通知基準の情報には、前記他の通信装置が要求する前記通信路の品質である要求品質の情報が含まれ、

前記通知部は、前記要求品質の情報に基づいて、前記他の通信装置に前記通信路に関する情報を通知する、

請求項 2 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の通信装置。

30

【請求項 8】

前記通知部は、前記通信路の品質が前記要求品質を満たさなくなったタイミングで、前記他の通信装置に前記通信路に関する情報を通知する、

請求項 7 に記載の通信装置。

【請求項 9】

前記通知基準の情報には、前記要求品質の情報に加えて、前記他の通信装置が指定する時間である指定時間の情報が含まれ、

前記通知部は、前記通信路の品質が前記指定時間の経過後に前記要求品質を満たさなくなると予測されたタイミングで、前記他の通信装置に前記通信路に関する情報を通知する、

請求項 7 に記載の通信装置。

40

【請求項 10】

前記通信路に関する予測を行う予測部、を備え、

前記通知部は、前記予測部の予測結果に基づいて、前記他の通信装置に前記通信路に関する情報を通知する、

請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の通信装置。

【請求項 11】

前記予測部は、現在の前記通信路を使った前記上流ネットワークとの通信が所定の時間

50

経過後に切断されることを予測し、

前記通知部は、前記切断が予測された場合に、前記他の通信装置に前記通信路に関する情報を通知する、

請求項 1 0 に記載の通信装置。

【請求項 1 2】

それぞれ異なる通信路を使って上流ネットワークへ接続する複数の通信機能を有する通信装置が実行する通信方法であって、

前記通信装置を介して前記上流ネットワークへ接続する他の通信装置との通信を制御する通信制御ステップと、

前記通信路の切り替えのための前記通信路に関する情報を該切り替えの前に前記他の通信装置に通知する通知ステップと、を有し、

10

前記通信制御ステップでは、

前記通信路に関する情報が通知された前記他の通信装置から、前記通信路の品質に関する要求を含む前記通信路の切り替えに関する要求を受信し、

前記他の通信装置からの前記要求を受信した場合に、該要求を満たす品質の通信路に切り替える、

通信方法。

【請求項 1 3】

前記通信制御ステップでは、前記他の通信装置から、前記通信路に関する情報の通知基準の情報を受信し、

20

前記通知ステップでは、前記通知基準に基づいて、前記他の通信装置に前記通信路に関する情報を通知する、

請求項 1 2 に記載の通信方法。

【請求項 1 4】

それぞれ異なる通信路を使って上流ネットワークへ接続する複数の通信機能を有する通信装置が実行する通信方法であって、

前記通信装置を介して前記上流ネットワークへ接続する他の通信装置との通信を制御する通信制御ステップと、

前記通信路の切り替えのための前記通信路に関する情報を該切り替えの前に前記他の通信装置に通知する通知ステップと、を有し、

30

前記通信制御ステップでは、前記他の通信装置から、前記通信路に関する情報の通知基準の情報を受信し、

前記通知ステップでは、前記通知基準に基づいて、前記他の通信装置に前記通信路に関する情報を通知する、

通信方法。

【請求項 1 5】

前記通知基準の情報には、前記他の通信装置が要求する前記通信路の品質である要求品質の情報が含まれ、

前記通知ステップでは、前記要求品質の情報に基づいて、前記他の通信装置に前記通信路に関する情報を通知する、

40

請求項 1 3 又は 1 4 に記載の通信方法。

【請求項 1 6】

それぞれ異なる通信路を使って上流ネットワークへ接続する複数の通信機能を有する通信装置を、

前記通信装置を介して前記上流ネットワークへ接続する他の通信装置との通信を制御する通信制御部、

前記通信路の切り替えのための前記通信路に関する情報を該切り替えの前に前記他の通信装置に通知する通知部、として機能させ、

前記通信制御部は、

前記通信路に関する情報が通知された前記他の通信装置から、前記通信路の品質に関する

50

る要求を含む前記通信路の切り替えに関する要求を受信し、

前記他の通信装置からの前記要求を受信した場合に、該要求を満たす品質の通信路に切り替える、

プログラム。

【請求項 17】

前記通信制御部は、前記他の通信装置から、前記通信路に関する情報の通知基準の情報を受信し、

前記通知部は、前記通知基準に基づいて、前記他の通信装置に前記通信路に関する情報を通知する、

請求項 16 に記載のプログラム。

10

【請求項 18】

それぞれ異なる通信路を使って上流ネットワークへ接続する複数の通信機能を有する通信装置を、

前記通信装置を介して前記上流ネットワークへ接続する他の通信装置との通信を制御する通信制御部、

前記通信路の切り替えのための前記通信路に関する情報を該切り替えの前に前記他の通信装置に通知する通知部、として機能させ、

前記通信制御部は、前記他の通信装置から、前記通信路に関する情報の通知基準の情報を受信し、

前記通知部は、前記通知基準に基づいて、前記他の通信装置に前記通信路に関する情報を通知する、

20

プログラム。

【請求項 19】

前記通知基準の情報には、前記他の通信装置が要求する前記通信路の品質である要求品質の情報が含まれ、

前記通知部は、前記要求品質の情報に基づいて、前記他の通信装置に前記通信路に関する情報を通知する、

請求項 17 又は 18 に記載のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本開示は、通信装置、通信方法、及びプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

通信装置が他の通信装置の通信機能を使って上流のネットワークに接続する技術が知られている。このような技術の例として、PC やタブレット等の端末装置が、スマートフォン等の他の端末装置の通信機能を使って上流のネットワークに接続するテザリングと呼ばれる技術が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0003】

【文献】特開 2015 - 39147 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

スマートフォン等の端末装置は、多くの場合、複数の通信路（例えば、Wi-Fi やセルラーネットワーク）に接続可能である。そして、端末装置は、通信路の状態に合わせて、適宜、通信路を切り替える。

【0005】

通信装置（以下、子機という。）が他の通信装置（以下、親機という。）の通信機能を

50

使って上流ネットワークに接続する場合、親機の都合で通信路が切り替わる。子機としては、意図せぬタイミングで上流のネットワークが切り替わることになるため、上流のネットワークへの接続が信頼できないものとなる。

【0006】

そこで、本開示では、信頼性の高い通信を実現可能な通信装置、通信方法、及びプログラムを提案する。

【0007】

なお、上記課題又は目的は、本明細書に開示される複数の実施形態が解決し得、又は達成し得る複数の課題又は目的の1つに過ぎない。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の課題を解決するために、本開示に係る一形態の通信装置は、それぞれ異なる通信路を使って上流ネットワークへ接続する複数の通信機能を有する通信装置であって、前記通信装置を介して前記上流ネットワークへ接続する他の通信装置との通信を制御する通信制御部と、前記通信路の切り替えのための前記通信路に関する情報を該切り替えの前に前記他の通信装置に通知する通知部と、を備える。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本実施形態の概要を示す図である。

【図2】上流ネットワークへの通信路の切断が予測される場合の処理の流れを示す図である。

【図3】上流ネットワークへの通信路の品質悪化が予測される場合の処理の流れを示す図である。

【図4】本開示の実施形態に係る通信システムの構成例を示す図である。

【図5】本開示の実施形態に係るサーバ装置の構成例を示す図である。

【図6】本開示の実施形態に係る端末装置（親機）の構成例を示す図である。

【図7】本開示の実施形態に係る端末装置（子機）の構成例を示す図である。

【図8】通信システム1の機能構成を示す図である。

【図9】第1の処理例（上流ネットワークへの通信路の切断予測）を示すフローチャートである。

【図10】初期セットアップを示すシーケンス図である。

【図11】第2の処理例（上流ネットワークへの通信路の品質予測）を示すフローチャートである。

【図12】初期セットアップを示すシーケンス図である。

【図13】初期セットアップを説明するための機能ブロック図である。

【図14】通知基準の情報のファイルフォーマットを説明するための図である。

【図15】機械学習を用いた品質予測を説明するための機能ブロック図である。

【図16】通信路品質未達が発生したときの端末装置（子機）の動作を説明するための機能ブロック図である。

【図17】通信路品質未達が発生したときの端末装置（子機）の動作を説明するための機能ブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下に、本開示の実施形態について図面に基づいて詳細に説明する。なお、以下の各実施形態において、同一の部位には同一の符号を付することにより重複する説明を省略する。

【0011】

また、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する複数の構成要素を、同一の符号の後に異なる数字を付して区別する場合もある。例えば、実質的に同一の機能構成を有する複数の構成を、必要に応じて端末装置301、及び302のように区別する。ただし、実質的に同一の機能構成を有する複数の構成要素の各々を特に区別する必要

10

20

30

40

50

がない場合、同一符号のみを付する。例えば、端末装置 30₁、及び 30₂ を特に区別する必要が無い場合には、単に端末装置 30 と称する。

【0012】

以下に説明される 1 又は複数の実施形態（実施例、変形例を含む）は、各々が独立に実施されることが可能である。一方で、以下に説明される複数の実施形態は少なくとも一部が他の実施形態の少なくとも一部と適宜組み合わせられて実施されてもよい。これら複数の実施形態は、互いに異なる新規な特徴を含み得る。したがって、これら複数の実施形態は、互いに異なる目的又は課題を解決することに寄与し得、互いに異なる効果を奏し得る。

【0013】

また、以下に示す項目順序に従って本開示を説明する。

1. 概要

2. 通信システムの構成

2-1. サーバ装置の構成

2-2. 端末装置（親機）の構成

2-3. 端末装置（子機）の構成

2-4. 通信システムの機能構成

3. 第 1 の処理例（上流ネットワークへの通信路の切断予測）

4. 第 2 の処理例（上流ネットワークへの通信路の品質予測）

5. 変形例

6. むすび

【0014】

<< 1. 概要 >>

< 1-1. 課題の概要 >

通信装置が他の通信装置の通信機能を使って上流のネットワークに接続する技術が知られている。このような技術の例として、テザリングと呼ばれる技術が知られている。

【0015】

スマートフォン等の端末装置は、多くの場合、複数の通信路に接続可能である。そして、端末装置は、通信路の状態に合わせて、適宜、通信路を切り替える。テザリングを使った通信では、上流ネットワークの通信状況が悪化したときは、テザリング親機は、テザリング子機の通信状況を考慮せずに上流ネットワークを切り替える。例えば上流ネットワークが Wi-Fi であるときに、その接続が切断されることが予期されるときには、テザリング親機は、上流ネットワークをセルラーに切り替える。

【0016】

しかし、この切り替えタイミングはテザリング子機端末にとっては必ずしも最適ではない。子機がテザリングを用いて通信中に上流ネットワークの切り替えが発生すると、テザリング子機は、NAT テーブルが更新されてしまい通信断に陥る。テザリング親機にとっては通信状態の良い経路への切り替えであっても、テザリング子機にとっては、通信中のフローの切断という事態がもたらされる。

【0017】

このように、現状のテザリング通信では、上流ネットワークの切り替えタイミングによって、子機の通信が阻害されることがある。

【0018】

< 1-2. 解決手段の概要 >

図 1 は、本実施形態の概要を示す図である。図 1 の例におけるテザリング親機は、例えば、セルラーと Wi-Fi の 2 つの通信路を使用可能である。

【0019】

本実施形態では、テザリング親機は、上流ネットワークへの現在の通信路の切断（上流ネットワークの切り替えを含む。）が予測されるときに、事前に、テザリング子機に対して当該予測を通知する（図 1 に示す“切断予告”）。また、テザリング親機は、上流ネットワークへの通信路品質の悪化が予測されるときに、テザリング子機に対して当該予測を通

10

20

30

40

50

知する（図 1 に示す“品質未達通知”）。そして、テザリング子機は、上流ネットワークへの通信路の変更を抑止するようテザリング親機に要求を行う（図 1 に示す“要求”）。また、テザリング子機は別の通信路を用いて通信できるようにフローの引き継ぎをしたり、リンクアグリゲーションを形成したりして、現在のフローを安全に終了させる。

【 0 0 2 0 】

これによりテザリング子機が通信断に陥りにくくなるので、テザリング子機にとって信頼性の高い通信が提供されるようになる。

【 0 0 2 1 】

これを実現する処理を図 2 及び図 3 を使って説明する。

【 0 0 2 2 】

（通信路の切断予測）

最初に、上流ネットワークへの通信路の切断（通信路の切り替えを含む。）が予測されるケースについて説明する。図 2 は、上流ネットワークへの通信路の切断が予測される場合の処理の流れを示す図である。

【 0 0 2 3 】

まず、テザリング親機とテザリング子機は、テザリング親機とテザリング子機との間に経路決定のためのパスを生成する。テザリング親機は、このパスを用いてテザリング子機が所望する通信路を優先的に割り当てる。例えば、テザリング親機が Wi-Fi の切断が予測されると予測したケースを考える。テザリング親機は切断する n 秒内に切断する可能性が分かった場合、テザリング子機に対して“切断予告”を通知する。

【 0 0 2 4 】

この通知を受け取ったテザリング子機は通信中のフローが中断されることを予期し、フローの安全な終了と新しいペアラへのハンドオーバーを試みる。切断予告通知から実際の切断に対して時間があるため、テザリング子機にとっては安全に通信を中断再開することが可能になる。

【 0 0 2 5 】

（通信路品質予測）

次に、上流ネットワークへの通信路の品質悪化が予測されるケースについて説明する。図 3 は、上流ネットワークへの通信路の品質悪化が予測される場合の処理の流れを示す図である。

【 0 0 2 6 】

まず、テザリング親機とテザリング子機は、テザリング親機とテザリング子機との間に経路決定のためのパスを生成する。そして、テザリング子機はこのパスを使って通信路特性をテザリング親機に指定する。例えば、テザリング子機は所望の通信路品質（例えば、最大許容可能な遅延、スループット、パケットロス率）をテザリング親機に通知する。

【 0 0 2 7 】

テザリング親機はこの通信路品質を満たすように通信路を選択する。さらに、テザリング親機は、通信路品質が良いパスが見つかったとしても、ハンドオーバーによって通信路が切断される可能性があるため、通信路を切り替えない。テザリング親機は、通信路のパケットカウンタを監視し、現時刻の通信路品質や n 秒後の通信路品質を予測する。この結果を用いて、テザリング親機は、テザリング子機が指定した通信路品質を満たせない場合は自動で上流ネットワークを切り替える。或いは、テザリング親機は、品質未達をテザリング子機に予告する。より具体的には、テザリング親機は、現在の通信路の品質がテザリング子機から要求された要求品質を達成しなくなることの予告通知をテザリング子機に行う。

【 0 0 2 8 】

この通知を受けたテザリング子機は、現在のフローの安全な終了と、新しいペアラへのハンドオーバーと、を試みる。このとき新しいペアラでも通信路品質を満たせない場合は、テザリング子機は、使用しているアプリケーションの使用帯域を調整する。フローの安全な終了のため、テザリング子機は、上位のレイヤで別の通信路から通信を始めるように

10

20

30

40

50

既存のフローのIDを継承し新規フローを作成するべく通信相手先サーバとシグナリングを開始してもよい（QUIC）。また、テザリング子機は、複数のペアラを使ったマルチパスを貼ってもよい（マルチパスTCP）。また、テザリング子機は、L3での冗長化技術（VRP、OSPF、BGPなど）を使用して通信が切断されたときに迂回経路制御がされるように設定してもよい。また、テザリング子機は、L2での冗長化技術（Link Aggregationなど）を用いるよう要求してもよい。アプリケーションレイヤでは、テザリング子機は、稼働中のフローを一時中断し、途中から通信ができるようにしたり、既存のフローソケットを閉じたりしてもよい。このように様々な終了の選択肢がある。

【0029】

（下流ネットワークの切断予測）

なお、テザリング親機は、テザリング親機とテザリング子機との間の通信路の通信品質を監視してもよい。そして、テザリング親機は、テザリング親機とテザリング子機との間の通信路の切断を予測してもよい。テザリング親機は切断するn秒内に切断する可能性が分かった場合、テザリング子機に対して切断予告通知を送付してもよい。この通知を受け取ったテザリング子機は通信中のフローが中断されることを予期し、フローの安全な終了と新しいペアラへのハンドオーバーを試みてもよい。

【0030】

< 1 - 3 . 効果 >

テザリング親機は、通信の切断又は通信路品質の低下が予測されるときにテザリング子機に対して通信断を予告する。そのため、テザリング子機は、前もってハンドオーバーを実施したり、フローの安全な終了を行ったりすることができる。これにより、テザリング子機は、フローが意図せず終了しアプリケーション動作にエラーが出たり（例えばダウンロードが失敗し、もう一度最初からダウンロードする必要がでるなど）、ソケットがオープンになりっぱなしになることにより次の通信路が確立できなくなったり、といった事態を防ぐことができる。また、常にどれかの通信路が確立している可能性が高まるため、信頼性の高い通信を実現できる。

【0031】

以上、本実施形態の概要を述べたが、以下、本実施形態に係る通信システム1を詳細に説明する。

【0032】

< < 2 . 通信システムの構成 > >

まず、通信システム1の構成を説明する。

【0033】

図4は、本開示の実施形態に係る通信システム1の構成例を示す図である。通信システム1は、複数の通信路に接続可能に構成された親機と、親機を介して上流ネットワークに接続する子機と、を少なくとも備える。ここで、親機は、例えば、図4に示す端末装置20であり、子機は、例えば、図4に示す端末装置30₁、30₂である。端末装置20、30は、テザリング可能に構成されている。そして、端末装置30は、テザリング機能を使って、端末装置20を介して上流ネットワークに接続する。

【0034】

ここで、上流ネットワークとは、親機となる端末装置20から見て上位のネットワークのことである。図4に示す例では、上流ネットワークは、ネットワークN1、N2である。ネットワークN1、N2は、例えば、LAN（Local Area Network）、WAN（Wide Area Network）、セルラーネットワーク、固定電話網、地域IP（Internet Protocol）網、インターネット等の通信ネットワークである。ネットワークN1、N2には、有線ネットワークが含まれていてもよいし、無線ネットワークが含まれていてもよい。また、ネットワークN1、N2には、コアネットワークが含まれていてもよい。コアネットワークは、例えば、EPC（Evolved Packet Core）や5GC（5G Core network）である。勿論、ネットワークNは、コアネットワークに接続されるデータネットワークであってもよい。データネットワークは、通信事業者のサービスネットワーク、例えば、

10

20

30

40

50

I M S (IP Multimedia Subsystem) ネットワークであってもよい。また、データネットワークは、企業内ネットワーク等、プライベートなネットワークであってもよい。

【 0 0 3 5 】

なお、図 4 の例では、上流ネットワークが 2 つしか示されていないが、上流ネットワークは 2 つに限られない。例えば、上流ネットワークが無線アクセスネットワークとコアネットワークとで構成されるセルラーネットワークであるとする、複数のコアネットワークが上流ネットワークとして存在していてもよい。このとき、コアネットワークごとに異なるデータネットワークが存在していてもよい。

【 0 0 3 6 】

上述したように端末装置 2 0 は、複数の通信路を使って上流ネットワークに接続可能である。このとき、複数の通信路の少なくとも 1 つは、無線通信路であってもよい。例えば、通信路は、端末装置 2 0 と基地局との間の無線通信路（無線アクセスネットワーク）であってもよい。また、通信路は、端末装置 2 0 とアクセスポイントとの間の無線通信路であってもよい。勿論、複数の通信路には、有線通信路（例えば、有線 LAN）が含まれていてもよい。なお、通信路は、上流ネットワークそのものであってもよい。

【 0 0 3 7 】

複数の通信路に無線通信路が含まれる場合、端末装置 2 0 は、LTE (Long Term Evolution)、NR (New Radio)、Wi - Fi、Bluetooth (登録商標)、等の無線アクセス技術 (RAT : Radio Access Technology) を使って上流ネットワークに接続するよう構成されていてもよい。このとき、端末装置 2 0 は、異なる無線アクセス技術を使用可能に構成されていてもよい。例えば、端末装置 2 0 は、NR と Wi - Fi を使用可能に構成されていてもよい。また、端末装置 2 0 は、異なるセルラー通信技術（例えば、LTE と NR）を使用可能に構成されていてもよい。LTE 及び NR は、セルラー通信技術の一種であり、基地局がカバーするエリアをセル状に複数配置することで端末装置の移動通信を可能にする。

【 0 0 3 8 】

なお、以下の説明では、「LTE」には、LTE - A (LTE-Advanced)、LTE - A Pro (LTE-Advanced Pro)、及び EUTRA (Evolved Universal Terrestrial Radio Access) が含まれるものとする。また、NR には、NRAT (New Radio Access Technology)、及び FEUTRA (Further EUTRA) が含まれるものとする。なお、単一の基地局は複数のセルを管理してもよい。以下の説明において、LTE に対応するセルは LTE セルと称され、NR に対応するセルは NR セルと称される。

【 0 0 3 9 】

NR は、LTE (LTE-Advanced、LTE-Advanced Pro を含む第 4 世代通信) の次の世代 (第 5 世代) の無線アクセス技術である。NR は、eMBB (Enhanced Mobile Broadband)、mMTC (Massive Machine Type Communications) 及び URLLC (Ultra-Reliable and Low Latency Communications) を含む様々なユースケースに対応できる無線アクセス技術である。NR は、これらのユースケースにおける利用シナリオ、要求条件、及び配置シナリオなどに対応する技術フレームワークを目指して検討されている。

【 0 0 4 0 】

なお、端末装置 2 0 は、LTE、NR、Wi - Fi、Bluetooth 以外の無線アクセス技術を使って上流ネットワークに接続可能であってもよい。例えば、端末装置 2 0 は、LPWA (Low Power Wide Area) 通信を使って上流ネットワークに接続可能であってもよい。また、端末装置 2 0 は、独自規格の無線通信を使って上流ネットワークに接続可能であってもよい。

【 0 0 4 1 】

ここで、LPWA 通信とは、小電力の広範囲通信を可能とする無線通信のことである。例えば、LPWA 無線とは、特定小電力無線（例えば、920 MHz 帯）や ISM (Industry-Science-Medical) バンドを使用した IoT (Internet of Things) 無線通信の

10

20

30

40

50

ことである。なお、端末装置 20 が使用する LPWA 通信は LPWA 規格に準拠したものであってもよい。LPWA 規格としては、例えば、E L T R E S、Z E T A、S I G F O X、L o R a W A N、N B - I o t 等が挙げられる。勿論、LPWA 規格はこれらに限定されず、他の LPWA 規格であってもよい。

【0042】

なお、複数の通信路には、仮想ネットワークが含まれていてもよい。例えば、端末装置 20 が接続可能な複数の通信路には、V L A N (Virtual Local Area Network) 等の仮想ネットワークと IP 通信路等の物理的ネットワークとが含まれていてもよい。この場合、端末装置 20 は、O S P F (Open Shortest Path First)、B G P (Border Gateway Protocol) 等の経路制御プロトコルに基づいて経路制御を行ってもよい。

10

【0043】

その他、複数の通信路には、1 又は複数のオーバーレイネットワークが複数含まれていてもよいし、1 又は複数のネットワークスライシングが含まれていてもよい。

【0044】

通信システム 1 は、図 4 に示すように、サーバ装置 10 と、端末装置 20 (親機) と、端末装置 30 (子機) と、を備える。通信システム 1 は、サーバ装置 10、端末装置 20、及び端末装置 30 をそれぞれ複数備えていてもよい。図 4 の例では、通信システム 1 は、サーバ装置 10 としてサーバ装置 10₁、10₂ 等を備えており、端末装置 30 として端末装置 30₁、30₂ 等を備えている。

【0045】

なお、図中の装置は、論理的な意味での装置と考えてもよい。つまり、同図の装置の一部または全部が、仮想マシン (VM: Virtual Machine)、コンテナ (Container)、ドッカー (Docker) などで実現され、それらが物理的に同一のハードウェア上で実装されてもよい。

20

【0046】

また、本実施形態において、通信装置は、通信の機能を有する装置のことであり、図 4 の例では、少なくとも端末装置 20、及び端末装置 20 は通信装置である。

【0047】

以下、通信システム 1 を構成する各装置の構成を具体的に説明する。なお、以下に示す各装置の構成はあくまで一例である。各装置の構成は、以下に示す構成とは異なってもよい。

30

【0048】

< 2 - 1 . サーバ装置の構成 >

最初に、サーバ装置 10 の構成を説明する。

【0049】

サーバ装置 10 は、端末装置 30 に対して上流ネットワーク (例えば、ネットワーク N1、N2) を介して各種サービスを提供する情報処理装置 (コンピュータ) である。例えば、サーバ装置 10 は、アプリケーションサーバや Web サーバである。サーバ装置 10 は、PC サーバであってもよいし、ミッドレンジサーバであってもよいし、メインフレームサーバであってもよい。

40

【0050】

図 5 は、本開示の実施形態に係るサーバ装置 10 の構成例を示す図である。サーバ装置 10 は、記憶部 11 と、通信部 12 と、制御部 13 と、を備える。なお、図 5 に示した構成は機能的な構成であり、ハードウェア構成はこれとは異なってもよい。また、サーバ装置 10 の機能は、複数の物理的に分離された構成に分散して実装されてもよい。例えば、サーバ装置 10 は、複数の情報処理装置により構成されていてもよい。

【0051】

記憶部 11 は、D R A M (Dynamic Random Access Memory)、S R A M (Static Random Access Memory)、フラッシュメモリ、ハードディスク等のデータ読み書き可能な記憶装置である。記憶部 11 は、サーバ装置 10 の記憶手段として機能する。記

50

憶部 1 1 は、例えば、端末装置 2 0、3 0 に対してサービスを提供するための各種データを記憶する。

【 0 0 5 2 】

通信部 1 2 は、他の装置と通信するための通信インタフェースである。例えば、通信部 1 2 は、ネットワークインタフェースである。例えば、通信部 1 2 は、NIC (Network Interface Card) 等の LAN (Local Area Network) インタフェースである。なお、通信部 1 2 は、有線インタフェースであってもよいし、無線インタフェースであってもよい。通信部 1 2 は、サーバ装置 1 0 の通信手段として機能する。通信部 1 2 は、制御部 1 3 の制御に従って端末装置 2 0、3 0 と通信する。

【 0 0 5 3 】

制御部 1 3 は、サーバ装置 1 0 の各部を制御するコントローラ (controller) である。制御部 1 3 は、例えば、CPU (Central Processing Unit)、MPU (Micro Processing Unit) 等のプロセッサにより実現される。例えば、制御部 1 3 は、サーバ装置 1 0 内部の記憶装置に記憶されている各種プログラムを、プロセッサが RAM (Random Access Memory) 等を作業領域として実行することにより実現される。なお、制御部 1 3 は、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) や FPGA (Field Programmable Gate Array) 等の集積回路により実現されてもよい。CPU、MPU、ASIC、及び FPGA は何れもコントローラとみなすことができる。

【 0 0 5 4 】

< 2 - 2 . 端末装置 (親機) の構成 >

次に、端末装置 2 0 の構成を説明する。

【 0 0 5 5 】

端末装置 2 0 は、基地局、アクセスポイント、端末装置 3 0 等の他の通信装置と通信する通信装置である。端末装置 2 0 は、テザリング機能 (テザリングホスト機能) を有し、端末装置 3 0 が上流ネットワークにアクセスするのを中継する。

【 0 0 5 6 】

端末装置 2 0 は、例えば、携帯電話、スマートデバイス (スマートフォン、又はタブレット)、PDA (Personal Digital Assistant)、パーソナルコンピュータである。また、端末装置 2 0 は、通信機能が具備された撮像装置 (例えば、カムコーダ) であってもよいし、FPU (Field Pickup Unit) 等の通信機器が搭載されたバイクや移動中継車等であってもよい。また、端末装置 2 0 は、M2M (Machine to Machine) デバイス、又は IoT (Internet of Things) デバイスであってもよい。端末装置 2 0 は、複数通信路を持つルータであってもよい。

【 0 0 5 7 】

また、端末装置 2 0 は、他の通信装置 (例えば、基地局、アクセスポイント、及び端末装置 3 0) と LPWA 通信が可能であってもよい。また、端末装置 2 0 が使用する無線通信は、ミリ波を使った無線通信であってもよい。なお、端末装置 2 0 が使用する無線通信は、電波を使った無線通信であってもよいし、赤外線や可視光を使った無線通信 (光無線) であってもよい。

【 0 0 5 8 】

また、端末装置 2 0 は、移動体装置であってもよい。移動体装置は、移動可能な無線通信装置である。このとき、端末装置 2 0 は、移動体に設置される無線通信装置であってもよいし、移動体そのものであってもよい。例えば、端末装置 2 0 は、自動車、バス、トラック、自動二輪車等の道路上を移動する車両 (Vehicle)、或いは、当該車両に搭載された無線通信装置であってもよい。なお、移動体は、モバイル端末であってもよいし、陸上、地中、水上、或いは、水中を移動する移動体であってもよい。また、移動体は、ドローン、ヘリコプター等の大気圏内を移動する移動体であってもよいし、人工衛星等の大気圏外を移動する移動体であってもよい。

【 0 0 5 9 】

端末装置 2 0 は、同時に複数の基地局または複数のセルと接続して通信を実施してもよ

10

20

30

40

50

い。例えば、1つの基地局が複数のセル（例えば、p C e l l、s C e l l）を介して通信エリアをサポートしている場合に、キャリアアグリゲーション（CA：Carrier Aggregation）技術やデュアルコネクティビティ（DC：Dual Connectivity）技術、マルチコネクティビティ（MC：Multi-Connectivity）技術によって、それら複数のセルを束ねて基地局と端末装置20とで通信することが可能である。或いは、異なる基地局のセルを介して、協調送受信（CoMP：Coordinated Multi-Point Transmission and Reception）技術によって、端末装置20とそれら複数の基地局が通信することも可能である。

【0060】

図6は、本開示の実施形態に係る端末装置20（親機）の構成例を示す図である。端末装置20は、記憶部21と、通信部22と、制御部23と、センサ部24と、複数の通信部25（通信部25₁～25_n：nは任意の整数）と、を備える。なお、図6に示した構成は機能的な構成であり、ハードウェア構成はこれとは異なってもよい。また、端末装置20の機能は、複数の物理的に分離された構成に分散して実装されてもよい。

10

【0061】

記憶部21は、DRAM、SRAM、フラッシュメモリ、ハードディスク等のデータ読み書き可能な記憶装置である。記憶部21は、端末装置20の記憶手段として機能する。記憶部21は、例えば、経路データベース211を記憶する。経路データベース211は、例えば、サーバ装置10までの経路を記憶したデータベースである。例えば、経路データベース211は、ルーティングテーブルである。

【0062】

通信部22は、下流に位置する他の装置（例えば、端末装置30等の子機）と通信するための通信インタフェースである。例えば、通信部22は、ネットワークインタフェースである。例えば、通信部22は、NIC等のLANインタフェースである。なお、通信部22は、有線インタフェースであってもよいし、無線インタフェースであってもよい。通信部22は、端末装置20の通信手段として機能する。通信部22は、制御部23の制御に従って端末装置30と通信する。本実施形態の場合、通信部22は下流に位置する装置（すなわち、子機）と通信インタフェースであるが、通信部22は通信部25と共通の構成であってもよい。

20

【0063】

制御部23は、端末装置20の各部を制御するコントローラである。制御部23は、例えば、CPU、MPU等のプロセッサにより実現される。例えば、制御部23は、端末装置20内部の記憶装置に記憶されている各種プログラムを、プロセッサがRAM等を作業領域として実行することにより実現される。なお、制御部23は、ASICやFPGA等の集積回路により実現されてもよい。CPU、MPU、ASIC、及びFPGAは何れもコントローラとみなすことができる。また、制御部23は、CPUに加えて、或いは代えて、GPUにより実現されてもよい。

30

【0064】

制御部23は、パラメータ収集部231と、品質予測部232と、経路決定部233と、予測通知部234と、指示受信部235と、を備える。制御部23を構成する各ブロック（パラメータ収集部231～指示受信部235）はそれぞれ制御部23の機能を示す機能ブロックである。これら機能ブロックはソフトウェアブロックであってもよいし、ハードウェアブロックであってもよい。例えば、上述の機能ブロックが、それぞれ、ソフトウェア（マイクロプログラムを含む。）で実現される1つのソフトウェアモジュールであってもよいし、半導体チップ（ダイ）上の1つの回路ブロックであってもよい。勿論、各機能ブロックがそれぞれ1つのプロセッサ又は1つの集積回路であってもよい。制御部23は上述の機能ブロックとは異なる機能単位で構成されていてもよい。機能ブロックの構成方法は任意である。

40

【0065】

センサ部24は、上流ネットワークに接続するための通信路（通信部25が形成する通信路）の品質を予測するための各種情報を取得するセンサである。例えば、通信路が無線

50

通信路であるとする、センサ部 24 は、例えば、基地局又はアクセスポイントから受信する電波の受信 S/N を検出するセンサである。勿論、通信路の品質予測に使用できるのであれば、センサ部 24 が取得する情報は受信 S/N に限定されない。

【0066】

複数の通信部 25 は、それぞれ、上流ネットワークに接続するための通信インターフェースである。複数の通信部 25 は、それぞれ、サーバ装置 10 までの異なる通信路を形成する。なお、複数の通信部 25 は、それぞれ、異なる無線アクセス技術に対応していてもよい。例えば、通信部 25₁ が LTE 又は NR に対応し、通信部 25₂ が Wi-Fi に対応していてもよい。なお、通信部 25 は通信部 22 と共通の構成であってもよい。

【0067】

< 2-3. 端末装置 (子機) の構成 >

次に、端末装置 30 の構成を説明する。

【0068】

端末装置 30 は、端末装置 20 等の他の通信装置と通信する通信装置である。端末装置 30 は、テザリング機能 (テザリングクライアント機能) を有し、端末装置 20 を介して上流ネットワークにアクセスする。なお、端末装置 30 は、端末装置 20 を介さず、直接上流ネットワークにアクセスする機能を有していてもよい。例えば、端末装置 30 は、直接、基地局又はアクセスポイントに、直接、アクセス可能であってもよい。

【0069】

端末装置 30 は、例えば、携帯電話、スマートデバイス (スマートフォン、又はタブレット)、PDA、パーソナルコンピュータである。また、端末装置 30 は、通信機能が具備された撮像装置 (例えば、カムコーダ) であってもよいし、FPU 等の通信機器が搭載されたバイクや移動中継車等であってもよい。また、端末装置 30 は、M2M デバイス、又は IoT デバイスであってもよい。端末装置 30 は、ルータであってもよい。

【0070】

また、端末装置 30 は、他の通信装置 (例えば、端末装置 20) と LPWA 通信が可能であってもよい。また、端末装置 30 が使用する無線通信は、ミリ波を使った無線通信であってもよい。なお、端末装置 30 が使用する無線通信は、電波を使った無線通信であってもよいし、赤外線や可視光を使った無線通信 (光無線) であってもよい。

【0071】

また、端末装置 30 は、移動体装置であってもよい。移動体装置は、移動可能な無線通信装置である。このとき、端末装置 30 は、移動体に設置される無線通信装置であってもよいし、移動体そのものである。例えば、端末装置 30 は、自動車、バス、トラック、自動二輪車等の道路上を移動する車両 (Vehicle)、或いは、当該車両に搭載された無線通信装置であってもよい。なお、移動体は、モバイル端末であってもよいし、陸上、地中、水上、或いは、水中を移動する移動体であってもよい。また、移動体は、ドローン、ヘリコプター等の大気圏内を移動する移動体であってもよいし、人工衛星等の大気圏外を移動する移動体であってもよい。

【0072】

図 7 は、本開示の実施形態に係る端末装置 30 (子機) の構成例を示す図である。端末装置 30 は、記憶部 31 と、通信部 32 と、制御部 33 と、を備える。なお、図 7 に示した構成は機能的な構成であり、ハードウェア構成はこれとは異なってもよい。また、端末装置 30 の機能は、複数の物理的に分離された構成に分散して実装されてもよい。

【0073】

記憶部 31 は、DRAM、SRAM、フラッシュメモリ、ハードディスク等のデータ読み書き可能な記憶装置である。記憶部 31 は、端末装置 30 の記憶手段として機能する。記憶部 31 は、例えば、経路データベース 311 を記憶する。経路データベース 311 は、例えば、サーバ装置 10 までの経路を記憶したデータベースである。例えば、経路データベース 311 は、ルーティングテーブルである。

【0074】

10

20

30

40

50

通信部 3 2 は、端末装置 3 0 等の他の装置と通信するための通信インタフェースである。例えば、通信部 3 2 は、ネットワークインタフェースである。例えば、通信部 3 2 は、NIC 等の LAN インタフェースである。なお、通信部 3 2 は、有線インタフェースであってもよいし、無線インタフェースであってもよい。通信部 3 2 は、サーバ装置 1 0 の通信手段として機能する。通信部 3 2 は、制御部 3 3 の制御に従って端末装置 3 0 と通信する。

【 0 0 7 5 】

制御部 3 3 は、端末装置 3 0 の各部を制御するコントローラである。制御部 3 3 は、例えば、CPU、MPU 等のプロセッサにより実現される。例えば、制御部 3 3 は、端末装置 3 0 内部の記憶装置に記憶されている各種プログラムを、プロセッサが RAM 等を作業領域として実行することにより実現される。なお、制御部 3 3 は、ASIC や FPGA 等の集積回路により実現されてもよい。CPU、MPU、ASIC、及び FPGA は何れもコントローラとみなすことができる。また、制御部 3 3 は、CPU に加えて、或いは代えて、GPU により実現されてもよい。

10

【 0 0 7 6 】

制御部 3 3 は、アプリケーション処理部 3 3 1 と、セッション管理部 3 3 2 と、経路決定部 3 3 3 と、予測受信部 3 3 4 と、指示送信部 3 3 5 と、を備える。制御部 3 3 を構成する各ブロック（アプリケーション処理部 3 3 1 ~ 指示送信部 3 3 5 ）はそれぞれ制御部 3 3 の機能を示す機能ブロックである。これら機能ブロックはソフトウェアブロックであってもよいし、ハードウェアブロックであってもよい。例えば、上述の機能ブロックが、それぞれ、ソフトウェア（マイクロプログラムを含む。）で実現される 1 つのソフトウェアモジュールであってもよいし、半導体チップ（ダイ）上の 1 つの回路ブロックであってもよい。勿論、各機能ブロックがそれぞれ 1 つのプロセッサ又は 1 つの集積回路であってもよい。制御部 3 3 は上述の機能ブロックとは異なる機能単位で構成されていてもよい。機能ブロックの構成方法は任意である。

20

【 0 0 7 7 】

< 2 - 4 . 通信システムの機能構成 >

次に通信システム 1 の機能構成について説明する。

【 0 0 7 8 】

図 8 は、通信システム 1 の機能構成を示す図である。より具体的には、図 8 は、端末装置 2 0 及び端末装置 3 0 を構成する機能ブロックの関係を示す図である。

30

【 0 0 7 9 】

図中、白抜き矢印は、ユーザデータ等、上流ネットワークを介して送受信されるデータの流れを示している。その他の矢印は、本実施形態の切り替え処理に係る制御データの流れを示している。

【 0 0 8 0 】

本実施形態の場合、パラメータ収集部 2 3 1、及び品質予測部 2 3 2 は、端末装置 2 0 の予測手段（予測部）として機能する。また、経路決定部 2 3 3、及び指示受信部 2 3 5 は、端末装置 2 0 の通信制御手段（通信制御部）として機能する。また、予測通知部 2 3 4 は、端末装置 2 0 の通知手段（通知部）として機能する。

40

【 0 0 8 1 】

また、アプリケーション処理部 3 3 1、セッション管理部 3 3 2、及び経路決定部 3 3 3 は、端末装置 2 0 の処理手段（処理部）として機能する。また、予測受信部 3 3 4 は、端末装置 2 0 の受信手段（受信部）として機能する。また、指示送信部 3 3 5 は、端末装置 2 0 の指示手段（指示部）として機能する。

【 0 0 8 2 】

これら機能ブロックの動作は後に詳述する。

【 0 0 8 3 】

以上、通信システム 1 の構成を説明したが、次に、このような構成を有する通信システム 1 の動作を説明する。

50

【 0 0 8 4 】

< < 3 . 第 1 の 処 理 例 (上 流 ネットワーク へ の 通 信 路 の 切 断 予 測) > >

まず、第 1 の 処 理 例 を 説 明 す る 。 第 1 の 処 理 例 は、 端 末 装 置 2 0 (親 機) が 上 流 ネットワーク へ の 現 在 の 通 信 路 の 切 断 予 測 (切 り 替 え を 含 む 。) を 行 う ケ ー ス の 処 理 例 で あ る 。 端 末 装 置 2 0 (親 機) は、 複 数 あ る 通 信 路 の 1 つ で 上 流 ネットワーク へ 接 続 し て い る 。 端 末 装 置 2 0 (親 機) は、 当 該 通 信 路 の 切 断 (他 の 通 信 路 へ の 切 り 替 え を 含 む 。) に 関 す る 予 測 を 行 い、 予 測 結 果 を 端 末 装 置 3 0 (子 機) に 通 知 す る 。

【 0 0 8 5 】

図 9 は、 第 1 の 処 理 例 (上 流 ネットワーク へ の 通 信 路 の 切 断 予 測) を 示 す フ ロー チャート である 。 以 下、 図 9 を 参 照 し な が ら 第 1 の 処 理 例 を 説 明 す る 。

10

【 0 0 8 6 】

まず、 端 末 装 置 2 0 及 び 端 末 装 置 3 0 は、 初 期 セ ッ ト ア ッ プ を 実 行 す る (ス テ ッ プ S 1 1 A、 S 1 1 B) 。 初 期 セ ッ ト ア ッ プ は、 端 末 装 置 2 0 及 び 端 末 装 置 3 0 が コ ン ト ロールパス を 作 成 た め の 処 理 である 。 第 1 の 処 理 例 に お い て、 コ ン ト ロールパス は、 通 信 路 の 切 断 予 測 に 関 す る 各 種 情 報 を や り 取 り す る た め の パ ス である 。 な お、 端 末 装 置 2 0 (親 機) と 端 末 装 置 3 0 (子 機) と の 間 の コ ン ト ロールパス は、 親 機 - 子 機 間 の ネットワーク が 形 成 さ れ た と き に 作 成 さ れ て も よ い 。 ま た、 通 常 の テ ザ リ ン グ 機 能 を 有 効 化 し た 後 に 本 予 測 通 知 に 係 る 機 能 が 有 効 化 さ れ る 場 合 に は、 コ ン ト ロールパス は、 そ の 時 に 作 成 さ れ て も よ い 。 こ の コ ン ト ロールパス は 多 くの 通 信 を 必 要 と し な い 。 一 方 で 信 頼 性 が 高 い 通 信 路 を 必 要 と す る 。 こ の た め、 使 用 す る ベ ア ラ は 親 機 - 子 機 間 の データ 転 送 に 使 用 す る ベ ア ラ (例 え ば 無 線 LAN) と は 別 の 安 定 的 な ベ ア ラ (例 え ば 有 線 LAN) と す る こ と が 望 ま し い 。

20

【 0 0 8 7 】

図 1 0 は、 初 期 セ ッ ト ア ッ プ を 示 す シーケンス 図 である 。 ま ず、 親 機 - 子 機 間 で 通 信 を 行 え る よ う に す る た め、 端 末 装 置 3 0 (子 機) は、 待 受 ポー ト を オープン す る 。 端 末 装 置 2 0 (親 機) は こ の オープン さ れ た ポー ト に 対 し て コ ン ト ロールパス を 用 い て 待 受 完 了 通 知 を 送 付 す る (ス テ ッ プ S 1 1 1) 。 端 末 装 置 2 0 か ら 待 受 完 了 通 知 を 受 け 取 っ た 端 末 装 置 3 0 (子 機) は コ ン ト ロールパス 接 続 要 求 を 端 末 装 置 2 0 に 送 信 す る (ス テ ッ プ S 1 1 2) 。 こ の コ ン ト ロールパス 接 続 要 求 を 受 け 取 っ た 端 末 装 置 2 0 は コ ン ト ロールパス の 確 立 処 理 を 行 う 。

【 0 0 8 8 】

な お、 端 末 装 置 2 0 及 び 端 末 装 置 3 0 は、 初 期 セ ッ ト ア ッ プ で、 切 断 予 測 に 関 す る 情 報 を や り 取 り し て も よ い 。 例 え ば、 端 末 装 置 2 0 が、 予 測 処 理 と し て、 現 在 の 通 信 路 を 使 っ た 通 信 が 所 定 の 時 間 経 過 後 に 切 断 さ れ る か を 予 測 す る も の と し た と す る 。 こ の 場 合、 端 末 装 置 3 0 は、 初 期 セ ッ ト ア ッ プ で、 所 定 の 時 間 を 指 定 す る 情 報 を 端 末 装 置 3 0 に 通 知 し て も よ い 。

30

【 0 0 8 9 】

図 9 の フ ロー に 戻 り、 次 に、 端 末 装 置 2 0 は、 上 流 ネットワーク へ の 現 在 の 通 信 路 の 切 断 の 予 測 処 理 を 開 始 す る (ス テ ッ プ S 1 2) 。 例 え ば、 端 末 装 置 2 0 は、 現 在 の 通 信 路 を 使 っ た 上 流 ネットワーク と の 通 信 が 所 定 の 時 間 経 過 後 に 切 断 さ れ る か を 予 測 す る 処 理 を 開 始 す る 。 こ こ で、 所 定 の 時 間 は、 予 め 決 め 端 末 装 置 2 0 と 端 末 装 置 3 0 に 設 定 さ れ、 端 末 装 置 2 0 と 端 末 装 置 3 0 が 共 有 す る 時 間 で あ っ て も よ い 。 ま た、 所 定 の 時 間 は、 初 期 セ ッ ト ア ッ プ で 端 末 装 置 3 0 が 端 末 装 置 2 0 に 指 定 し た 時 間 で あ っ て も よ い 。

40

【 0 0 9 0 】

切 断 に 至 ら ない と の 予 測 の 場 合 (ス テ ッ プ S 1 3 : N o)、 端 末 装 置 2 0 は、 切 断 予 測 が な さ れ る ま で 予 測 処 理 を 継 続 す る 。 所 定 の 時 間 経 過 後 に 切 断 さ れ る と の 予 測 が な さ れ た 場 合 (ス テ ッ プ S 1 3 : Y e s)、 端 末 装 置 2 0 は、 現 在 の 通 信 路 に 関 す る 情 報 を 端 末 装 置 3 0 に 通 知 す る (ス テ ッ プ S 1 4 A) 。 通 信 路 に 関 す る 情 報 は、 例 え ば、 現 在 の 通 信 路 を 使 っ た 上 流 ネットワーク と の 通 信 が 所 定 の 時 間 経 過 後 に 切 断 さ れ る こ と を 予 測 す る 情 報 である 。 な お、 以 下 の 説 明 で は、 端 末 装 置 2 0 が 切 断 予 測 を 通 知 す る こ と を、 切 断 予 告 と い う こ と が あ る 。

50

【 0 0 9 1 】

子機側のフローに移り、端末装置 3 0 は、端末装置 2 0 から切断予告を受信したかを判別する（ステップ S 1 4 B）。切断予告を受信していない場合（ステップ S 1 4 B : N o）、端末装置 3 0 は、切断予告を受信するまでステップ S 1 4 B を繰り返す。

【 0 0 9 2 】

切断予告を受信した場合（ステップ S 1 4 B : Y e s）、端末装置 3 0 は、ハンドオーバー処理を開始する（ステップ S 1 5）。ここで、ハンドオーバー処理は、端末装置 2 0 を介した現在のベアラを新しいベアラへ変更するための処理である。

【 0 0 9 3 】

例えば、端末装置 3 0 は、端末装置 2 0 に対して、上流ネットワークへの通信路の切り替えを要求する。上流ネットワークを 1 つの通信路とみなすのであれば、端末装置 3 0 は、端末装置 2 0 に対して、上流ネットワークの切り替えを要求してもよい（ステップ S 1 6 A）。例えば、現在のネットワークがネットワーク N 1 なのであれば、端末装置 3 0 は、端末装置 2 0 に対して、上流ネットワークをネットワーク N 2 に切り替えるよう要求する。勿論、端末装置 3 0 は、通信路を、セルラー通信の無線アクセスネットワークから W i - F i に、或いは、W i - F i からセルラー通信の無線アクセスネットワークに切り替えるよう要求してもよい。上流ネットワークをセルラー通信の無線アクセスネットワーク又は W i - F i とみなすことも可能である。

10

【 0 0 9 4 】

なお、端末装置 3 0 は、切断予告を受信した場合に、所定の機能に関する処理を行ってもよい。所定の機能は、例えば、アプリケーション処理部 3 3 1 が行う、アプリケーション処理であってもよい。この場合、端末装置 3 0 は、所定の機能に関する処理として、アプリケーションの停止処理を行ってもよい。切断前にアプリケーションの停止処理を行うことで、アプリケーションの実行がエラーに陥ることを防止できる。

20

【 0 0 9 5 】

また、端末装置 3 0 は、所定の機能に関する処理として、アプリケーション処理部 3 3 1 が現在使用している上流ネットワークを別の上流ネットワークに切り替える処理を行ってもよい。例えば、端末装置 3 0 は、端末装置 2 0 に対して、アプリケーション処理部 3 3 1 が現在して使用している上流ネットワーク（例えば、ネットワーク N 1）を別の上流ネットワーク（例えば、ネットワーク N 2）に切り替えるよう要求してもよい。切断前に上流ネットワークを切り替えることで、アプリケーションの実行がエラーに陥ることを防止できる。

30

【 0 0 9 6 】

親機側のフローに移り、端末装置 2 0 は、端末装置 3 0 から要求を受信したかを判別する（ステップ S 1 6 B）。例えば、端末装置 2 0 は、端末装置 3 0 から、上流ネットワークの切り替え要求を受信したかを判別する。端末装置 3 0 から要求を受信していない場合（ステップ S 1 6 B : N o）、端末装置 2 0 は、端末装置 3 0 から要求を受信するまでステップ S 1 6 B を繰り返す。端末装置 3 0 から要求を受信した場合（ステップ S 1 6 B : Y e s）、端末装置 2 0 は、要求に係る処理を実行する。例えば、端末装置 3 0 から受信した要求が上流ネットワークの切り替え要求なのであれば、端末装置 2 0 は、上流ネットワークの切り替え処理を実行する（ステップ S 1 7）。

40

【 0 0 9 7 】

以後、端末装置 2 0 及び端末装置 3 0 は、初期セットアップ後の処理（ステップ S 1 2 ~ ステップ S 1 7）を繰り返す。

【 0 0 9 8 】

本処理例によれば、通信路の切断前に端末装置 3 0 が切断に係る情報を事前に受信しているため、端末装置 3 0 は切断前にアプリケーションの停止やハンドオーバー等の処理を行えるようになる。この結果、端末装置 3 0 は、端末装置 2 0 を介した上流ネットワークへの接続であっても、その接続を信頼して通信することができる。

【 0 0 9 9 】

50

<< 4 . 第 2 の処理例 (上流ネットワークへの通信路の品質予測) >>

次に、第 2 の実施例を説明する。第 2 の処理例は、端末装置 2 0 (親機) が上流ネットワークへの現在の通信路の品質予測を行うケースの処理例である。端末装置 2 0 (親機) は、複数ある通信路の 1 つで上流ネットワークへ接続している。端末装置 2 0 (親機) は、当該通信路の品質に関する予測を行い、予測結果を端末装置 3 0 (子機) に通知する。

【 0 1 0 0 】

図 1 1 は、第 2 の処理例 (上流ネットワークへの通信路の品質予測) を示すフローチャートである。以下、図 1 1 を参照しながら第 2 の処理例を説明する。

【 0 1 0 1 】

まず、端末装置 2 0 及び端末装置 3 0 は、初期セットアップを実行する (ステップ S 2 1 A、S 2 1 B)。初期セットアップは、端末装置 2 0 及び端末装置 3 0 がコントロールパスを作成ための処理である。第 2 の処理例において、コントロールパスは、通信路の品質予測に関する各種情報をやり取りするためのパスを作成ための処理である。なお、端末装置 2 0 (親機) と端末装置 3 0 (子機) との間のコントロールパスは、親機 - 子機間のネットワークが形成されたときに作成されてもよい。また、通常のテザリング機能を有効化した後に本予測通知に係る機能が有効化される場合には、コントロールパスは、その時に作成されてもよい。このコントロールパスは多くの通信を必要としない。一方で信頼性が高い通信路を必要とする。このため、使用するベアラは親機 - 子機間のデータ転送に使用するベアラ (例えば無線 LAN) とは別の安定的なベアラ (例えば有線 LAN) とすることが望ましい。

【 0 1 0 2 】

図 1 2 は、初期セットアップを示すシーケンス図である。まず、親機 - 子機間で通信を行えるようにするため、端末装置 3 0 (子機) は、待受ポートをオープンする。端末装置 2 0 (親機) はこのオープンされたポートに対してコントロールパスを用いて待受完了通知を送付する (ステップ S 1 1 1)。端末装置 2 0 から待受完了通知を受け取った端末装置 3 0 はコントロールパス接続要求を端末装置 2 0 に送信する (ステップ S 1 1 2)。このコントロールパス接続要求を受け取った端末装置 2 0 はコントロールパスの確立処理を行う。

【 0 1 0 3 】

図 1 3 は、初期セットアップを説明するための機能ブロック図である。コントロールパスの確立後、端末装置 3 0 の指示送信部 3 3 5 は、上流ネットワークの現在の通信路に関する情報の通知基準の情報を、コントロールパスを用いて、端末装置 2 0 に送付する。例えば、端末装置 3 0 の指示送信部 3 3 5 は、通知基準の情報として、他の通信装置が要求する通信路の品質である要求品質の情報を端末装置 2 0 に送付してもよい (ステップ S 2 1 4)。要求品質の情報は、例えば、スループットが最低限 1 0 M b p s 欲しいといった情報、特定のホストからの応答が 1 0 0 m s 以内に行われることを示す情報、及び / 又は、パケットロス率が 0 . 1 % 未満であることを示す情報、である。

【 0 1 0 4 】

また、通知基準の情報には、要求品質の情報に加えて、指定時間の情報が含まれていてもよい。指定時間の情報は、通信路の品質が要求品質を満たさなくなることが予測される場合に、どの程度前に端末装置 2 0 が端末装置 3 0 に通知するかを指定するための情報である。例えば、端末装置 3 0 は、要求品質が満たさなくなる 1 0 秒前に通知を端末装置 2 0 より受け取りたい旨を、指定時間の情報で指定する。

【 0 1 0 5 】

通知基準の情報のファイルフォーマットはどのような形であってもよい。例えば、通知基準の情報は、j s o n 形式で記述されてもよいし、Y A M L 形式で記述されてもよいし、p r o t o b u f 形式で記述されてもよい。例えば、通知基準の情報は、図 1 4 に示すようなファイルフォーマットで記述されてもよい。図 1 4 は、通知基準の情報のファイルフォーマットを説明するための図である。

【 0 1 0 6 】

10

20

30

40

50

なお、通知基準は、アプリケーションごとに又はフローごとに設定できる。例えば端末装置 30 で動作しているアプリケーションが複数あり、複数の通信路要求特性がある場合には、それぞれの通信路特性を実現するために、アプリケーションごとに要求品質を設定する。この場合、図 14 で示した通知基準にポート番号を識別する記述子（例えば、“port”：“23”）を付与することで、アプリケーション（又はフロー）を識別可能にしてもよい。

【0107】

続いて、端末装置 20 は、端末装置 30 より送られてきた通知基準の情報を登録する（ステップ S 215、S 216）。具体的には、端末装置 20 の指示受信部 235 は、通知基準の情報に含まれる要求品質の情報を経路データベース 211 に登録する（ステップ S 215）。例えば、指示受信部 235 は、端末装置 30 より送られてきた要求品質の情報を解析する。そして、指示受信部 235 は、解析結果に基づいて、経路データベース 211 にルーティングルールを書き込む。例えば、要求品質の情報が、最低スループット 10 Mbps を要求する情報であれば、要求品質を満たす通信路（例えばセルラー通信の無線アクセスネットワーク）が上流ネットワークへの通信路となるように設定する。

【0108】

このとき、設定する通信路は親機自身（端末装置 30 自身）のデフォルトルートであってもよい。しかし、デフォルトルートが条件を満たさない可能性があるベアラの場合（例えば Wi-Fi のような混雑状況に応じて期待スループットが変動するベアラ場合）、端末装置 20 は、デフォルトルートを用いず、一定のスループットが期待されるベアラを通信路に設定してもよい。また、要求品質がアプリケーションごとに又はフローごとに設定されている場合は、端末装置 20 は、アプリケーションごとに又はフローごとにルートを定義してもよい。これを実現する方法に OpenFlow などの SDN プロトコルが考えられるが、端末装置 20 は、それ以外の方式を用いてもよい。例えば、端末装置 20 は、仮想ルータを立て、それぞれにルーティングルールを記入してもよい。

【0109】

また、端末装置 20 の指示受信部 235 は、品質予測の通知に関する情報（通知基準の情報）を品質予測部 232 に登録する。より具体的には、指示受信部 235 は、通知基準の情報に含まれる要求品質の情報と指定時間の情報を品質予測部 232 に登録する（ステップ S 216）。登録された通知基準を満たすイベントが発生した場合（すなわち通信路品質が未達になる場合）には、品質予測部 232 は、予測通知部 234 に対して通知する。品質予測部 232 の処理は後に詳述する。

【0110】

続いて、端末装置 20 は、上流ネットワークへの現在の通信路の品質の予測処理を開始する（ステップ S 22）。例えば、端末装置 20 の品質予測部 232 は、上流ネットワークの通信パラメータやセンサ部 24 や外部センサからの情報を用いて、通信路品質を予測する。

【0111】

このとき、品質予測部 232 は、通信路品質を表す所定のパラメータ（例えばスループットや遅延、パケットロス率）が所定の閾値を超えることを予測してもよい。また、品質予測部 232 は、ベアラが使用不能になること（例えば、Wi-Fi 接続がアクセスポイントより切断されたり、セルラー通信が使用不能になったりすること）を予測してもよい。また、上記のような通信機器 / 通信路に障害がある場合だけでなく、通信に対する UX（User Experience）が悪化している状態に対して、切り替えのラベル付けをしてもよい。UX の悪化事象としては、以下の（1）～（4）が想定されうる。

【0112】

（1）ブラウザにおけるプログレスバーが停滞していたり、読み込み中を表すアイコンが表示されていたりする場合

（2）読み込みに失敗し、ブラウザにエラーが表示される場合

（3）ビデオストリーミングにおいて映像が途切れる / 停止する / エラーが発生する / 読み込み中を表すアイコンが表示される場合

10

20

30

40

50

(4) アプリにおいて画面のロードに失敗しエラーメッセージが表示される場合

【0113】

その他、端末装置20は、端末装置20又は端末装置30に搭載された複数のセンサ(例えば、インカメラ、深度センサ、3Dセンサ)を組み合わせるユーザの通信品質に対する不快感(すなわち、UXの悪化)を検知してもよい。また、端末装置20は、ユーザが不快を感じた時に行う動作を検知してユーザの通信品質に対する不快感を検知してもよい。ユーザが不快を感じた時に行う動作としては、ユーザが端末装置30の画面上に表示される所定のボタンや所定のアイコン、または所定のハードウェアボタンを押す動作、所定パターンの端末装置30を振る動作が想定される。

【0114】

なお、品質予測部232は、機械学習を用いて通信路品質を予測してもよいし、線形の式で表されるモデルを用いて通信路品質を予測してもよい。

【0115】

(機械学習を用いた品質予測)

機械学習を用いて通信路品質を予測する場合、品質予測部232は、通信路の品質を予測する学習モデルにより構成されていてもよい。

【0116】

学習モデルは、機械学習(深層学習を含む。)によって得られるニューラルネットワークモデルであってもよい。ニューラルネットワークモデルは、入力層、隠れ層(中間層ともいう。)、出力層と呼ばれる複数の層から構成される。これら複数の層はそれぞれ1又は複数のノードで構成される。これら複数のノードはエッジを介して接続されている。各層は、活性化関数と呼ばれる関数を持ち、各エッジは重み付けされる。

【0117】

ニューラルネットワークモデルは、例えば、CNN(Convolution Neural Network)、RNN(Recurrent Neural Network)、LSTM(Long Short-Term Memory)と呼ばれる形態のモデルであってもよい。勿論、ニューラルネットワークモデルはこれらのモデルに限定されない。

【0118】

なお、学習モデルは、複数のニューラルネットワークモデルから構成されていてもよい。例えば、学習モデルは、例えば、CNN、RNN、及び、LSTMの中から選択される複数のニューラルネットワークモデルから構成されていてもよい。学習モデルが複数のニューラルネットワークモデルから構成される場合、これら複数のニューラルネットワークモデルは、従属、或いは、並列に処理される。

【0119】

学習モデルは、深層学習によるモデルに限られない。例えば、学習モデルは、強化学習によるモデルであってもよい。強化学習では、試行錯誤を通じて価値が最大化するような行動(設定)が学習される。

【0120】

学習を行う情報処理装置(以下、学習装置という。)は、端末装置30であってもよいし、他の装置(例えば、サーバ装置10又は端末装置30)であってもよい。学習装置は、例えば、予測すべき対象(例えばスループットがn Mbps以下になる)が発生するところに正解ラベル(例えば1)を付与し、それ以外のところに0を付与し、時系列データを学習させて予測機(学習モデル)を生成してもよい。この場合、学習装置は、その事象が発生するn秒前より正解ラベル1を付与することで、事象が発生するn秒前を予測する予測機(学習モデル)を生成できる。

【0121】

学習に用いるパラメータとしては以下の(1)~(3)が想定されうる。学習に用いるパラメータ(以下、学習パラメータという。)として以下に示す全てのパラメータを用いてもよいし、以下に示す一部のパラメータを使用してもよい。

【0122】

10

20

30

40

50

(1) W i - F i のパラメータ

学習に用いるパラメータとしてW i - F i のパラメータが想定されうる。以下、W i - F i のパラメータの具体例を列挙する。

【 0 1 2 3 】

P H Y プロトコルタイプ (a / b / g / n / a c / a x) 、 M A C プロトコルタイプ (d / e / h / i / j / k / p / v / w / y / z) 、 信号強度 (R S S I : R e c e i v e d S i g n a l S t r e n g t h I n d i c a t o r) 、 使用周波数、 S S I D (S e r v i c e S e t I d e n t i f i e r) 、 B S S I D (B a s i c S e r v i c e S e t I d e n t i f i e r) 、 割り当て帯域幅、アクセスポイントに対する無線区間の R T T 、 S / N 比、周波数スペクトル、同一 B S S (B a s i c S e r v i c e S e t) 内にいる端末数、認証方式、 M I M O (M u l t i I n p u t M u l t i O u t p u t) レイヤ数、信号衝突回数、単位時間あたりの R T S / C T S (R e q u e s t t o S e n d / C l e a r t o S e n d) の個数、プローブ要求数、ビーコン受信数、受信 / 送信パケットカウンタ値、送信成功数、受信成功数、送信再送数、フレーム破損数、インタフェースエラー回数

10

【 0 1 2 4 】

(2) セルラー通信のパラメータ

学習に用いるパラメータとしてセルラー通信のパラメータが想定されうる。以下、セルラー通信のパラメータの具体例を列挙する。

【 0 1 2 5 】

コンポーネントキャリア数、平均レート (M C S : M o d u l a t i o n a n d C o d i n g S c h e m e) 、 ケイパビリティ (L T E / H S P A + / G S M (登録商標)) 、 信号強度、 M I M O レイヤ数、通信割り当て時間数、実際のリソースブロック数、受信 / 送信パケットカウンタ値、送信成功数、受信成功数、フレーム再送数 (M A C) 、 R L C (R a d i o L i n k C o n t r o l) 数、インタフェースエラー回数、スループット (P H Y / I P) 、 セル情報 (セル ID 、 ダウンリンクの参照信号の送信電力、隣接セル情報、セル収容人数、バックボーン帯域情報) 、 契約プラン、契約通信容量、残通信可能量、速度制限適応状況

20

【 0 1 2 6 】

(3) センサのパラメータ

学習に用いるパラメータとしてセンサのパラメータが想定されうる。以下、センサのパラメータの具体例を列挙する。

【 0 1 2 7 】

・ 加速度、磁気、方角、気圧、位置センサなど、ユーザの位置や移動速度を推定するのに使用できるセンサ情報

30

・ 加速度、時刻、方角、気圧、位置、歩数などのユーザの行動を推察するのに使用できるセンサ情報、またはそれらから推察される行動情報 (徒歩、電車、車で移動、階段で昇降中、エレベーターで昇降中など)

・ 使用者の状況や、種類、ユーザの没入感、ストレスなどを計測するために必要なカメラや血圧情報、アプリケーション情報

【 0 1 2 8 】

(機械学習を用いた品質予測の具体的動作例)

図 1 5 は、機械学習を用いた品質予測を説明するための機能ブロック図である。以下、機械学習を用いる品質予測の具体的動作例を説明する。

40

【 0 1 2 9 】

端末装置 2 0 の品質予測部 2 3 2 は、スコア計算部と判断部を備える。スコア計算部は、上述の学習パラメータにより学習した学習モデルにより構成される。スコア計算部は、複数のベアラそれぞれの通信路品質のスコアを出力するよう構成されている。複数のベアラはそれぞれ端末装置 3 0 が使用可能な通信路に対応する。品質予測部 2 3 2 は、パラメータ収集部 2 3 1 が収集したパラメータをスコア計算部に入力する。そして、品質予測部 2 3 2 は、学習モデルを用いて、各ベアラの品質スコアを計算する。

【 0 1 3 0 】

なお、品質予測部 2 3 2 は、センサが検出したデータをスコア計算部への入力データと

50

するよう構成されていてもよい。なお、図15の例では、品質予測部232は、端末装置20のセンサ部24が検出したデータをスコア計算部への入力とするよう構成されているが、外部のセンサ（例えば、端末装置30が備えるセンサ）が検出したデータを入力とするよう構成されていてもよい。例えば、品質予測部232は、端末装置30の加速度センサが検出した加速度情報をスコア計算部への入力データとするよう構成されていてもよい。また、品質予測部232は、端末装置30の位置センサ（例えば、GPSセンサ）が検出した位置情報の一定時間の変化量をスコア計算部への入力データとするよう構成されていてもよい。これにより、品質予測部232は、ユーザの移動速度や加速状態に基づいて、何秒後にWi-Fiの性能が劣化するということが予測できるようになる。

【0131】

なお、センサの値は、ニューラルネットワークの入力パラメータとして使用されてもよいし、それ以外の利用のされ方をしてよい。例えば、エレベーターを利用している際はセルラー通信(LTE/NR)もWi-Fiも環境が悪くなることが想定される。この場合、端末装置20は、どのベアラを利用しても安定した通信ができないことを端末装置20に通知してもよい。

【0132】

また、センサは、端末装置20の内部に搭載されたセンサでもよいし、外部のセンサ（例えば、端末装置20又は他の装置に搭載されたセンサ）であってもよい。例えば、センサは、活動量計として使用できるデバイスに搭載されたセンサであってもよい。活動量計として使用できるデバイスとしては、スマートウォッチや歩数カウンター等、ユーザに装着されて使用されるデバイスが想定される。この場合、端末装置20は、脈拍情報、歩数、加速度などを用いて、より高精度に、予測に使用するユーザの状態を把握することができる。また、センサの値からユーザのストレス状態を推定し、それに応じて切替特性を変更することも考えられる。例えば、イライラしているときはより高速なベアラを選びやすくなるように切替の閾値を調整してもよい。

【0133】

これら外部センサは端末装置20とI/O部（例えば、通信部22）を介して接続される。接続されるインタフェースはUSB(Universal Serial Bus)やBluetooth(登録商標)などが考えられるが、それ以外のインタフェースを介して接続されてもよい。また、これらの予測機(学習モデル)は、予測するイベントごとに複数搭載されてもよい。

【0134】

続いて、端末装置20は、現在の通信路が指定時間経過後に品質未達となるかを判別する。すなわち、端末装置20は、現在の通信路の品質が、端末装置30の指定時間経過後に、端末装置30の要求品質を達成しなくなるかを判別する(ステップS23)。ここで、端末装置20は以下のように判別してもよい。

【0135】

例えば、端末装置20の品質予測部232が、図15に示すように、スコア計算部と判断部を備えるとする。そして、スコア計算部が各ベアラの通信路品質を示すスコアを出力するものとする。各ベアラは、端末装置20が使用可能な各通信路に対応している。この場合、判断部は、スコア計算部が出力する複数のスコアのうちの現在のベアラのスコアと、端末装置30内で設定された閾値と、を比較する。そして、判断部は、スコアが閾値を超えたかに基づいて場合に、現在の通信路の品質が指定時間経過後に要求品質を達成しなくなるかを判別してもよい。

【0136】

なお、判断部の判別対象は、必ずしも、「現在の通信路の品質が指定時間経過後に要求品質を達成しなくなるか」でなくてもよい。例えば、端末装置30が要求品質を予め余裕をもった品質としている場合には、判断部の判別対象は「現在の通信路の品質が、現在、要求品質を達成していないか」であってもよい。

【0137】

10

20

30

40

50

なお、閾値は端末装置 20 より通知された要求品質の情報によって変動する。例えば、端末装置 30 からの要求品質の情報がスループットを指定する情報（例えば、スループットが 10 Mbps 以下となる場合に通知するとの情報）であるとする。そして、予測機（学習モデル）の予測対象と端末装置 30 の要求品質に係る対象とが同じものであるとする。例えば、予測機（学習モデル）の予測対象がスループット 10 Mbps 以下となること予測するものであり、端末装置 30 の要求品質がスループット 10 Mbps 以下であるとする。この場合、判断部は、閾値を、デフォルトの閾値（例えば、0.5）とする。

【0138】

なお、予測機（学習モデル）の予測対象と、端末装置 30 の要求品質が一致しない場合は、その割合に応じて閾値を決めてもよい。例えば、予測機（学習モデル）の予測対象がスループット 10 Mbps 以下を予測するものであり、端末装置 30 の要求品質がスループット 20 Mbps であるとする、判断部は、 $0.25 (= 0.5 (\text{デフォルトの閾値}) \times 10 \text{ Mbps (もともとの予測対象に用いた値)}) / 20 \text{ Mbps (端末装置 30 の要求品質)}$ を閾値としてもよい。勿論、判別部は、他の方法によって閾値を決めても良い。例えば、判別部は、端末装置 20 又は端末装置 20 の開発者が、実際に対応する値を調査して決定した値を閾値としてもよい。

10

【0139】

品質未達とならないとの予測の場合（ステップ S23：No）、端末装置 20 は、品質未達が予測されるまで予測処理を継続する。指定時間経過後に品質未達となるとの予測がなされた場合（ステップ S23：Yes）、端末装置 20 の予測通知部 234 は、予測がなされたタイミングで、現在の通信路に関する情報を端末装置 30 に通知する（ステップ S24A）。通信路に関する情報は、例えば、端末装置 30 に通信路品質未達を予告するための情報（以下、品質未達予告という。）であってもよい。なお、判断部の判別対象が「現在の通信路の品質が、現在、要求品質を達成していないか」の場合、「予測がなされたタイミング」は、通信路の品質が前記要求品質を満たさなくなったタイミングとなる。なお、品質未達となる通信路がコントロールパスに係る通信路となっていた場合は、現在の通信路に関する情報には、コントロールパスに係る通信路を変更する旨の情報が含まれていてもよい。

20

【0140】

子機側のフローに移り、端末装置 30 の予測受信部 334 は、端末装置 20 から品質未達予告を受信したか否かを判別する（ステップ S24B）。品質未達予告を受信していない場合（ステップ S24B：No）、予測受信部 334 は、品質未達予告を受信するまでステップ S24B を繰り返す。

30

【0141】

品質未達予告を受信した場合（ステップ S24B：Yes）、端末装置 30 は、ハンドオーバー処理を開始する（ステップ S25）。ここで、ハンドオーバー処理は、端末装置 20 を介した現在のベアラを新しいベアラへ変更するための処理である。

【0142】

例えば、端末装置 30 は、端末装置 20 に対して、上流ネットワークへの通信路の切り替えを要求する。上流ネットワークを 1 つの通信路とみなすのであれば、端末装置 30 は、端末装置 20 に対して、上流ネットワークの切り替えを要求してもよい（ステップ S26A）。現在のの上流ネットワークがネットワーク N1 なのであれば、端末装置 30 は、端末装置 20 に対して、上流ネットワークをネットワーク N2 に切り替えるよう要求する。勿論、端末装置 30 は、通信路を、セルラー通信の無線アクセスネットワークから Wi-Fi に、或いは、Wi-Fi からセルラー通信の無線アクセスネットワークに切り替えるよう要求してもよい。上流ネットワークをセルラー通信の無線アクセスネットワーク又は Wi-Fi とみなすことも可能である。

40

【0143】

図 16 は、通信路品質未達が起きたときの端末装置 30（子機）の動作を説明するための機能ブロック図である。例えば、端末装置 30 の指示送信部 335 は、切り替えてほし

50

い特定のフローを指定し、どのペアラに切り替えてほしいかを端末装置 20 に指定する (ステップ S 25)。この指定に係る通知のファイルフォーマットはどのような形式であってもよい。例えば、この指定に係る通知は、j s o n 形式で記述されてもよいし、Y A M L 形式で記述されてもよいし、p r o t o b u f 形式で記述されてもよい。

【0144】

なお、端末装置 30 は、品質未達予告を受信した場合に、所定の機能に関する処理を行ってもよい。所定の機能は、例えば、アプリケーション処理部 331 が行う、アプリケーション処理であってもよい。この場合、端末装置 30 は、所定の機能に関する処理として、アプリケーションの停止処理を行ってもよい。切断前にアプリケーションの停止処理を行うことで、アプリケーションの実行がエラーに陥ることを防止できる。

10

【0145】

また、端末装置 30 は、所定の機能に関する処理として、アプリケーション処理部 331 が現在使用している上流ネットワークを別の上流ネットワークに切り替える処理を行ってもよい。例えば、端末装置 30 は、端末装置 20 に対して、アプリケーション処理部 331 が現在して使用している上流ネットワーク (例えば、ネットワーク N1) を別の上流ネットワーク (例えば、ネットワーク N2) に切り替えるよう要求してもよい。切断前に上流ネットワークを切り替えることで、アプリケーションの実行がエラーに陥ることを防止できる。

【0146】

親機側のフローに移り、端末装置 20 は、端末装置 30 から要求を受信したか判別する (ステップ S 26 B)。例えば、端末装置 20 の指示受信部 235 は、端末装置 30 から、通信路の切り替えに関する要求を受信したか判別する。通信路の切り替えに関する要求には、通信路の品質に関する要求が含まれていてもよい。通信路の品質に関する要求には、切り替え後の通信路が満たすべき品質の情報が含まれていてもよい。

20

【0147】

端末装置 30 から要求を受信していない場合 (ステップ S 26 B : N o)、端末装置 20 は、端末装置 30 から要求を受信するまでステップ 26 B を繰り返す。端末装置 30 から要求を受信した場合 (ステップ S 26 B : Y e s)、端末装置 20 は、要求に係る処理を実行する。例えば、端末装置 30 から受信した要求が通信路の切り替え要求なのであれば、端末装置 20 は、通信路の切り替え処理を実行する (ステップ S 27)。例えば、端末装置 20 の指示受信部 235 は指示に応じて経路データベース 211 に切り替えに係る経路情報を書き込む。例えば、通信路の切り替えに関する要求に通信路の品質に関する要求が含まれている場合には、指示受信部 235 は、要求を満たす品質の通信路の情報を経路データベース 211 に書き込む。端末装置 20 は、経路データベース 211 に書き込まれた経路情報に基づいて通信路を切り替える。これにより、端末装置 20 は、現在の通信路を、端末装置 30 の要求品質を満たす他の通信路に切り替える。

30

【0148】

端末装置 20 が行う通信路の切り替え処理には、1つの通信機能を使つての接続を、複数の通信機能を束ねた接続に切り替える処理が含まれていてもよい。図 17 は、通信路品質未達が起きたときの端末装置 30 (子機) の動作を説明するための機能ブロック図である。例えば、端末装置 20 の経路決定部 233 は、1つの通信路では複数の通信路のいずれを使つても要求品質を満たせない場合は、1つの通信路を使つての上流ネットワークへのアクセスを、複数の通信路を束ねた L A G (Link Aggregation Group) を使つてのアクセスに切り替えてもよい。L A G を使用することにより、通信をより安定なものとすることができる。

40

【0149】

なお、新しいペアラでも通信路品質を満たせない場合がありうる。この場合は、端末装置 30 は、使用しているアプリケーションの使用帯域を調整してもよい。

【0150】

また、フローの安全な終了のため、端末装置 30 は、上位のレイヤで別の通信路から通

50

信を始めるように既存のフローのIDを継承し新規フローを作成するべく通信相手先サーバとシグナリングを開始してもよい(QUIC)。また、端末装置30は、複数のペアラを使ったマルチパスを貼ってもよい(マルチパスTCP)。また、端末装置30は、L3での冗長化技術(VRRP、OSPF、BGPなど)を使用して通信が切断されたときに迂回経路制御がされるように設定してもよい。また、端末装置30は、L2での冗長化技術(Link Aggregationなど)を用いるよう要求してもよい。アプリケーションレイヤでは、テザリング子機は、稼働中のフローを一時中断し、途中から通信ができるようにしたり、既存のフローソケットを閉じたりしてもよい。このように様々な終了の選択肢を想起しうる。

【0151】

また端末装置30は、テザリングに係るペアラ以外のペアラがある場合には、テザリングに係るペアラとは別のペアラを使って上流ネットワークに接続してもよい。

10

【0152】

以後、端末装置20及び端末装置30は、初期セットアップ後の処理(ステップS22~ステップS27)を繰り返す。

【0153】

本処理例によれば、通信路品質の悪化前に端末装置30が通信路品質に係る情報を事前に受信しているため、端末装置30は通信路品質の悪化前にアプリケーションの停止やハンドオーバー等の処理を行えるようになる。この結果、端末装置30は、端末装置20を介した上流ネットワークへの接続であっても、その接続を信頼して通信することができる。

【0154】

20

<<5. 変形例>>

上述の実施形態は一例を示したものであり、種々の変更及び応用が可能である。

【0155】

例えば、上述の実施形態(第1の処理例)では、端末装置20(親機)は、上流ネットワークへの通信路の切断に関する予測を行ったが、端末装置20(親機)と端末装置30(子機)との間の通信路(すなわち、下流ネットワーク)の切断に関する予測を行ってもよい。端末装置20(親機)は切断するn秒内に切断する可能性が分かった場合、端末装置30(子機)に対して切断予告を通知してもよい。この通知を受け取った端末装置30(子機)は通信中のフローが中断されることを予期し、フローの安全な終了と新しいペアラへのハンドオーバーを試みてもよい。

30

【0156】

また、上述の実施形態(第2の処理例)では、端末装置20(親機)は、上流ネットワークへの通信路の品質に関する予測を行ったが、端末装置20(親機)と端末装置30(子機)との間の通信路(すなわち、下流ネットワーク)の品質に関する予測を行ってもよい。端末装置20はn秒内に要求品質を満たせなくなる可能性が分かった場合、端末装置30に対して品質未達予告を通知してもよい。この通知を受け取った端末装置30は通信中のフローが中断されることを予期し、フローの安全な終了と新しいペアラへのハンドオーバーを試みてもよい。

【0157】

本実施形態のサーバ装置10、端末装置20、端末装置30を制御する制御装置は、専用のコンピュータシステムにより実現してもよいし、汎用のコンピュータシステムによって実現してもよい。

40

【0158】

例えば、上述の動作を実行するための通信プログラムを、光ディスク、半導体メモリ、磁気テープ、フレキシブルディスク等のコンピュータ読み取り可能な記録媒体に格納して配布する。そして、例えば、該プログラムをコンピュータにインストールし、上述の処理を実行することによって制御装置を構成する。このとき、制御装置は、サーバ装置10、端末装置20、端末装置30の外部の装置(例えば、パーソナルコンピュータ)であってもよい。また、制御装置は、サーバ装置10、端末装置20、端末装置30の内部の装置(例えば、制御部13、制御部23、制御部33)であってもよい。

50

【 0 1 5 9 】

また、上記通信プログラムをインターネット等のネットワーク上のサーバ装置が備えるディスク装置に格納しておき、コンピュータにダウンロード等できるようにしてもよい。また、上述の機能を、OS (Operating System) とアプリケーションソフトとの協働により実現してもよい。この場合には、OS 以外の部分を媒体に格納して配布してもよいし、OS 以外の部分をサーバ装置に格納しておき、コンピュータにダウンロード等できるようにしてもよい。

【 0 1 6 0 】

また、上記実施形態において説明した各処理のうち、自動的に行われるものとして説明した処理の全部又は一部を手動的に行うこともでき、あるいは、手動的に行われるものとして説明した処理の全部又は一部を公知の方法で自動的に行うこともできる。この他、上記文書中や図面中で示した処理手順、具体的名称、各種のデータやパラメータを含む情報については、特記する場合を除いて任意に変更することができる。例えば、各図に示した各種情報は、図示した情報に限られない。

10

【 0 1 6 1 】

また、図示した各装置の各構成要素は機能概念的なものであり、必ずしも物理的に図示の如く構成されていることを要しない。すなわち、各装置の分散・統合の具体的形態は図示のものに限られず、その全部又は一部を、各種の負荷や使用状況などに応じて、任意の単位で機能的又は物理的に分散・統合して構成することができる。なお、この分散・統合による構成は動的に行われてもよい。

20

【 0 1 6 2 】

また、上述の実施形態は、処理内容を矛盾させない領域で適宜組み合わせることが可能である。また、上述の実施形態のフローチャートに示された各ステップは、適宜順序を変更することが可能である。

【 0 1 6 3 】

また、例えば、本実施形態は、装置またはシステムを構成するあらゆる構成、例えば、システム L S I (Large Scale Integration) 等としてのプロセッサ、複数のプロセッサ等を用いるモジュール、複数のモジュール等を用いるユニット、ユニットにさらにその他の機能を付加したセット等（すなわち、装置の一部の構成）として実施することもできる。

30

【 0 1 6 4 】

なお、本実施形態において、システムとは、複数の構成要素（装置、モジュール（部品）等）の集合を意味し、全ての構成要素が同一筐体中にあるか否かは問わない。したがって、別個の筐体に収納され、ネットワークを介して接続されている複数の装置、及び、1つの筐体の中に複数のモジュールが収納されている1つの装置は、いずれも、システムである。

【 0 1 6 5 】

また、例えば、本実施形態は、1つの機能を、ネットワークを介して複数の装置で分担、共同して処理するクラウドコンピューティングの構成をとることができる。

【 0 1 6 6 】

<< 6 . むすび >>

40

以上説明したように、本開示の一実施形態によれば、端末装置 2 0（親機）は、通信の切断又は通信路品質の低下が予測されるときに端末装置 3 0（子機）に対して通信断を予告する。そのため、端末装置 3 0 は、前もってハンドオーバーを実施したり、フローの安全な終了を行ったりすることができる。これにより、端末装置 3 0 は、フローが意図せず終了しアプリケーション動作にエラーが出たり、ソケットがオープンになりっぱなしになることにより次の通信路が確立できなくなったり、といった事態を防ぐことができる。また、常にどれかの通信路が確立している可能性が高まるため、信頼性の高い通信を実現できる。

【 0 1 6 7 】

50

以上、本開示の各実施形態について説明したが、本開示の技術的範囲は、上述の各実施形態そのままに限定されるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。また、異なる実施形態及び変形例にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【0168】

また、本明細書に記載された各実施形態における効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、他の効果があってもよい。

【0169】

なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1)

それぞれ異なる通信路を使って上流ネットワークへ接続する複数の通信機能を有する通信装置であって、

前記通信装置を介して前記上流ネットワークへ接続する他の通信装置との通信を制御する通信制御部と、

前記通信路の切り替えのための前記通信路に関する情報を該切り替えの前に前記他の通信装置に通知する通知部と、

を備える通信装置。

(2)

前記通信制御部は、前記他の通信装置から、前記通信路に関する情報の通知基準の情報を受信し、

前記通知部は、前記通知基準に基づいて、前記他の通信装置に前記通信路に関する情報を通知する、

前記(1)に記載の通信装置。

(3)

前記通知基準の情報には、前記他の通信装置が要求する前記通信路の品質である要求品質の情報が含まれ、

前記通知部は、前記要求品質の情報に基づいて、前記他の通信装置に前記通信路に関する情報を通知する、

前記(2)に記載の通信装置。

(4)

前記通知部は、前記通信路の品質が前記要求品質を満たさなくなったタイミングで、前記他の通信装置に前記通信路に関する情報を通知する、

前記(3)に記載の通信装置。

(5)

前記通知基準の情報には、前記要求品質の情報に加えて、前記他の通信装置が指定する時間である指定時間の情報が含まれ、

前記通知部は、前記通信路の品質が前記指定時間の経過後に前記要求品質を満たさなくなると予測されたタイミングで、前記他の通信装置に前記通信路に関する情報を通知する、

前記(3)に記載の通信装置。

(6)

前記通信路に関する予測を行う予測部、を備え、

前記通知部は、前記予測部の予測結果に基づいて、前記他の通信装置に前記通信路に関する情報を通知する、

前記(1)～(5)のいずれかに記載の通信装置。

(7)

前記予測部は、現在の前記通信路を使った前記上流ネットワークとの通信が所定の時間経過後に切断されることを予測し、

前記通知部は、前記切断が予測された場合に、前記他の通信装置に前記通信路に関する情報を通知する、

前記(6)に記載の通信装置。

10

20

30

40

50

(8)

前記通信制御部は、

前記通信路に関する情報が通知された前記他の通信装置から前記通信路の切り替えに関する要求を受信し、

前記他の通信装置からの前記要求に基づいて前記通信路の切り替えに関する制御を行う、
前記(1) ~ (7)のいずれかに記載の通信装置。

(9)

前記通信路の切り替えに関する要求には、前記通信路の品質に関する要求が含まれ、

前記通信制御部は、前記他の通信装置からの前記要求を受信した場合に、該要求を満たす品質の通信路に切り替える、

前記(8)に記載の通信装置。

10

(1 0)

前記通信路の切り替えに関する制御には、1つの前記通信機能を使っての接続を、複数の前記通信機能を束ねた接続に切り替える制御が含まれる、

前記(8)又は(9)に記載の通信装置。

(1 1)

それぞれ異なる通信路を使って上流ネットワークへ接続する複数の通信機能を有する他の通信装置を介して前記上流ネットワークへ接続可能な通信装置であって、

前記通信路の切り替えのための前記通信路に関する情報を該切り替えの前に前記他の通信装置から受信する受信部と、

前記通信路に関する情報に基づいて前記上流ネットワークを使用する所定の機能に関する処理を行う処理部と、

を備える通信装置。

20

(1 2)

前記通信路に関する情報には、現在の前記通信路を使った前記上流ネットワークとの通信が所定の時間経過後に切断されることを予測する情報が含まれ、

前記処理部は、前記切断を予測する情報を取得した場合に、所定の機能に関する処理を行う、

前記(1 1)に記載の通信装置。

(1 3)

前記処理部は、前記切断を予測する情報を取得した場合に、前記所定の機能の停止処理を行う、

前記(1 2)に記載の通信装置。

30

(1 4)

前記処理部は、前記切断を予測する情報を取得した場合に、前記所定の機能が現在使用している前記上流ネットワークを別の前記上流ネットワークに切り替える処理を行う、

前記(1 2)に記載の通信装置。

(1 5)

前記通信路の切り替えに関する要求を前記他の通信装置に送信する指示部、を備える、

前記(1 1) ~ (1 4)のいずれかに記載の通信装置。

40

(1 6)

前記通信路に関する情報には、前記通信路の品質に関する情報が含まれ、

前記指示部は、前記通信路の品質に関する情報に基づいて前記通信路の切り替えに関する要求を行う、

前記(1 5)に記載の通信装置。

(1 7)

それぞれ異なる通信路を使って上流ネットワークへ接続する複数の通信機能を有する通信装置が実行する通信方法であって、

前記通信装置を介して前記上流ネットワークへ接続する他の通信装置との通信を制御し、
前記通信路の切り替えのための前記通信路に関する情報を該切り替えの前に前記他の通

50

信装置に通知する、
通信方法。

(1 8)

それぞれ異なる通信路を使って上流ネットワークへ接続する複数の通信機能を有する他の通信装置を介して前記上流ネットワークへ接続可能な通信装置が実行する通信方法であって、

前記通信路の切り替えのための前記通信路に関する情報を該切り替えの前に前記他の通信装置から取得し、

前記通信路に関する情報に基づいて前記上流ネットワークを使用する所定の機能の処理を行う、

通信方法。

(1 9)

それぞれ異なる通信路を使って上流ネットワークへ接続する複数の通信機能を有する通信装置を、

前記通信装置を介して前記上流ネットワークへ接続する他の通信装置との通信を制御する通信制御部、

前記通信路の切り替えのための前記通信路に関する情報を該切り替えの前に前記他の通信装置に通知する通知部、

として機能させるためのプログラム。

(2 0)

それぞれ異なる通信路を使って上流ネットワークへ接続する複数の通信機能を有する他の通信装置を介して前記上流ネットワークへ接続可能な通信装置を、

前記通信路の切り替えのための前記通信路に関する情報を該切り替えの前に前記他の通信装置から取得する取得部、

前記通信路に関する情報に基づいて前記上流ネットワークを使用する所定の機能の処理を行う処理部、

として機能させるためのプログラム。

【符号の説明】

【 0 1 7 0 】

1 通信システム

1 0 サーバ装置

2 0、3 0 端末装置

1 1、2 1、3 1 記憶部

1 2、2 2、2 5、3 2 通信部

1 3、2 3、3 3 制御部

2 4 センサ部

2 1 1、3 1 1 経路データベース

2 3 1 パラメータ収集部

2 3 2 品質予測部

2 3 3 経路決定部

2 3 4 予測通知部

2 3 5 指示受信部

3 3 1 アプリケーション処理部

3 3 2 セッション管理部

3 3 3 経路決定部

3 3 4 予測受信部

3 3 5 指示送信部

N 1、N 2 ネットワーク

10

20

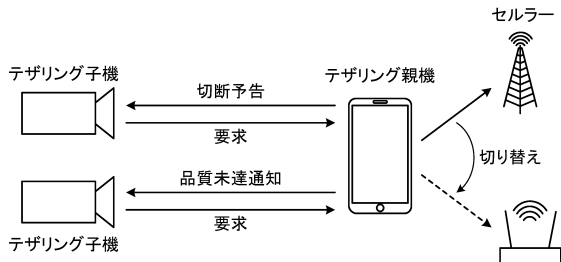
30

40

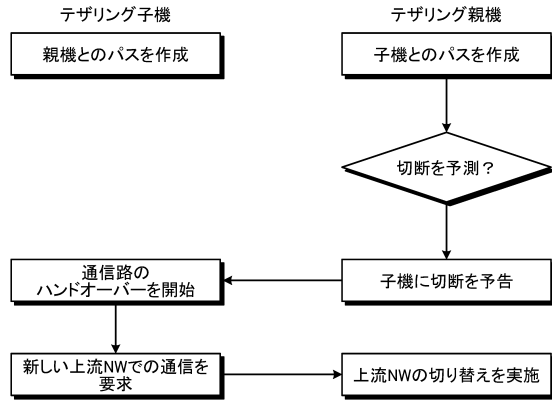
50

【 図面 】

【 図 1 】

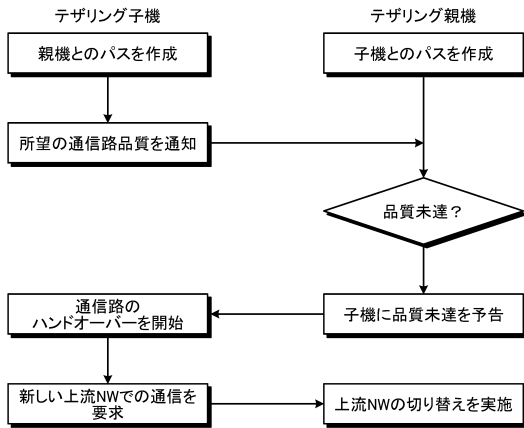


【 図 2 】

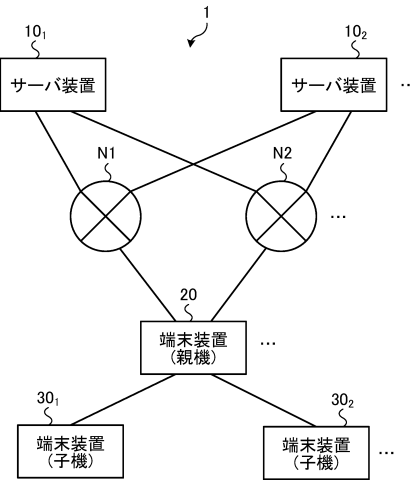


10

【 図 3 】



【 図 4 】



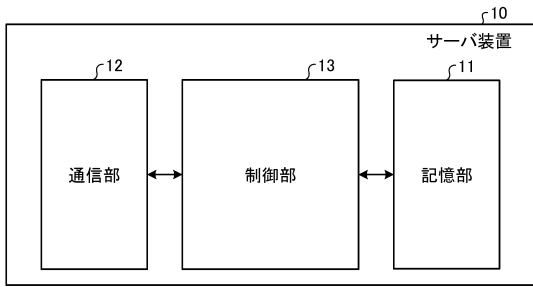
20

30

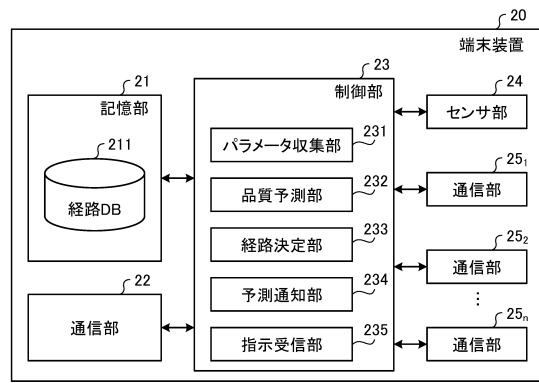
40

50

【図5】



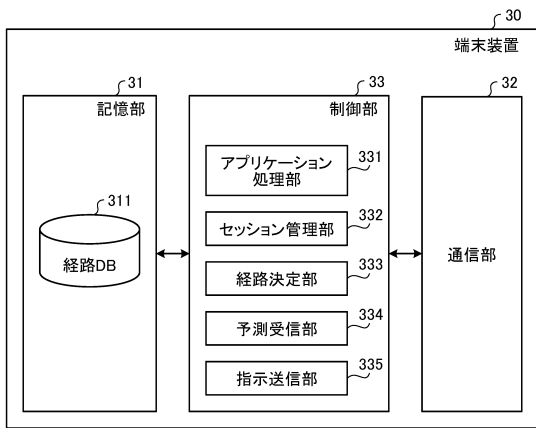
【図6】



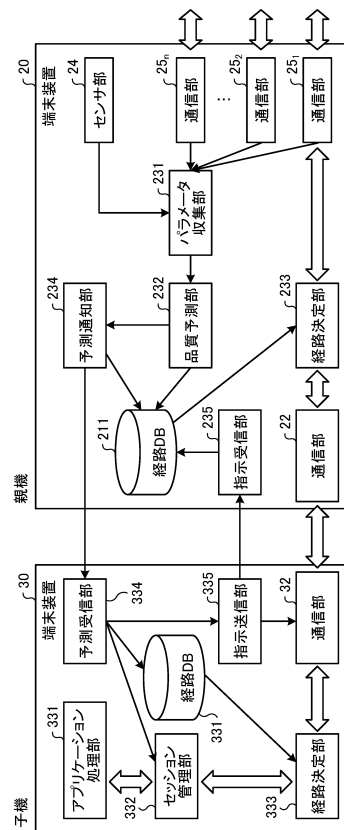
10

20

【図7】



【図8】

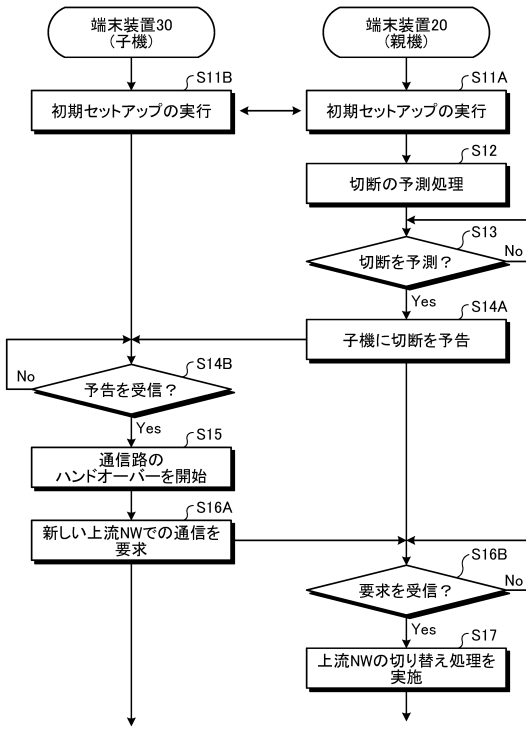


30

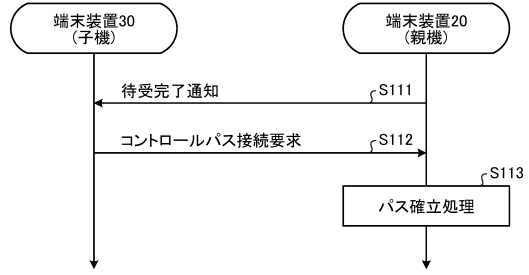
40

50

【図 9】



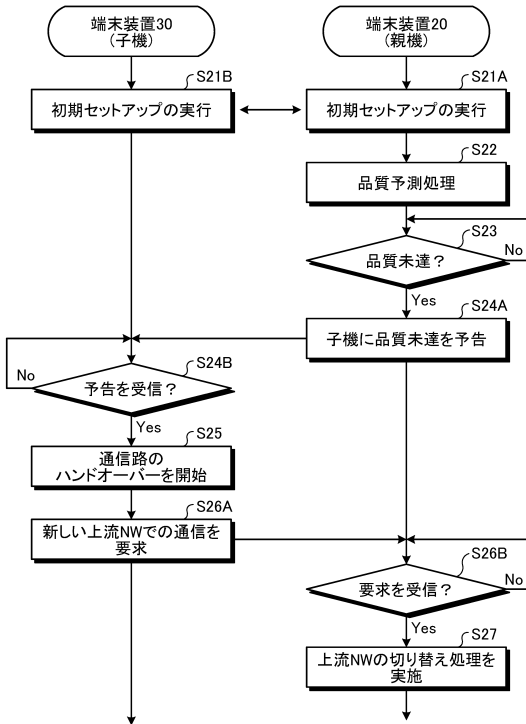
【図 10】



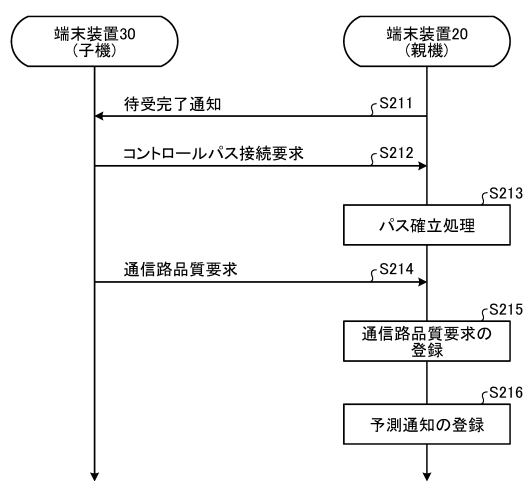
10

20

【図 11】



【図 12】

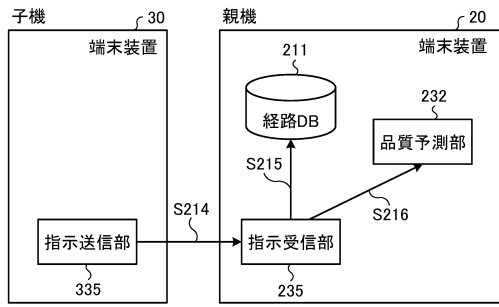


30

40

50

【図 1 3】



【図 1 4】

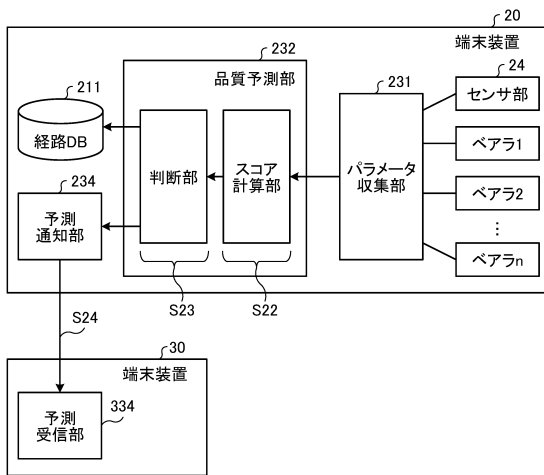
```

{"Requirement_type": "throughput",
 "Requirement_Value": "10Mbps",
 "Fail_Prediction_notification": "10s"}

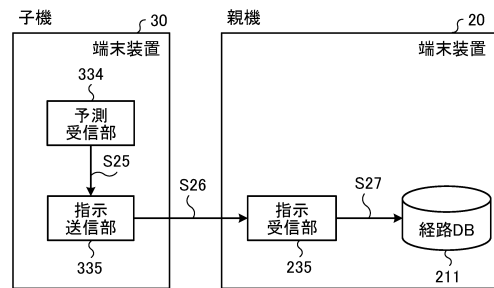
```

10

【図 1 5】



【図 1 6】



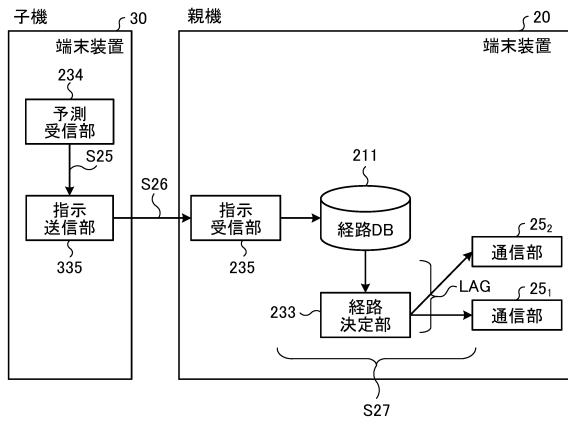
20

30

40

50

【 図 1 7 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2014-168129(JP,A)
特開2004-153802(JP,A)
特開2017-212484(JP,A)
特開2014-225745(JP,A)
特開2018-026625(JP,A)
米国特許出願公開第2012/0155377(US,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H04B 7/24 - 7/26
H04W 4/00 - 99/00
3GPP TSG RAN WG1-4
SA WG1-4
CT WG1、4