

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-75788
(P2014-75788A)

(43) 公開日 平成26年4月24日(2014.4.24)

(51) Int.Cl.

HO4W 36/08	(2009.01)
HO4W 36/22	(2009.01)
HO4W 4/04	(2009.01)

F 1

HO4W 36/08		
HO4W 36/22		
HO4W 4/04	4/04	150

テーマコード(参考)

5K067

審査請求 未請求 請求項の数 25 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2013-199708 (P2013-199708)
(22) 出願日	平成25年9月26日 (2013. 9. 26)
(31) 優先権主張番号	13/633, 959
(32) 優先日	平成24年10月3日 (2012. 10. 3)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(71) 出願人	512067159 エクセリス インコーポレイテッド アメリカ合衆国、バージニア州 2210 2、マクリーン、スイート 1700、1 650 タイソンズ ブールバード
(74) 代理人	100078282 弁理士 山本 秀策
(74) 代理人	100113413 弁理士 森下 夏樹
(72) 発明者	ジェイムズ エフ. スタッフォード アメリカ合衆国 バージニア 20170 , ハーダン, ウィルクス コート 2 110, ナンバー205
F ターム(参考)	5K067 AA21 BB06 EE02 EE10 HH22 JJ39

(54) 【発明の名称】モバイルデバイスの基地局への再割り当て

(57) 【要約】

【課題】モバイルデバイスと複数の基地局との間の通信を提供すること

【解決手段】モバイルデバイスを第一の基地局から第二の基地局へ再割り当てすべきかどうかをプロセッサーによって決定することを含む方法であって、第二の基地局は、複数の基地局のうちの1つであり、複数の基地局の動作性能は、モバイルデバイスを第二の基地局に再割り当てすることによって、影響を与えられることがあり、決定することは、モバイルデバイスを第二の基地局に割り当てるに起因する期待性能を複数の基地局の各々に対して評価することと、複数の基地局の各々の期待性能が動作性能要求を満たすことに対応して、モバイルデバイスを第二の基地局に再割り当てるることとを含む。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

モバイルデバイスを第一の基地局から第二の基地局へ再割り当てすべきかどうかをプロセッサーによって決定することを含み、該第二の基地局は、複数の基地局のうちの1つであり、該複数の基地局の動作性能は、該モバイルデバイスを該第二の基地局に再割り当てすることによって、影響を与えられることがある、該決定することは、

該モバイルデバイスを該第二の基地局に割り当てることに起因する期待性能を該複数の基地局の各々に対して評価することと、

該複数の基地局の各々の該期待性能が動作性能要求を満たすことに応答して、該モバイルデバイスを該第二の基地局に再割り当てすることと
10

を含む、方法。

【請求項 2】

前記複数の基地局の前記動作性能は、前記モバイルデバイスを前記第二の基地局に再割り当てすることによって、悪い方に影響を与えられることがある、請求項1に記載の方法。
。

【請求項 3】

前記モバイルデバイスを第一の基地局から第二の基地局へ再割り当てすべきかどうかを決定することは、航空機を第一の地上局から第二の地上局へ再割り当てすべきかどうかを決定することを含み、

前記複数の基地局の各々に対して評価することは、複数の地上局の各々に対して評価することを含み、
20

前記モバイルデバイスを該第二の基地局に割り当てることは、該航空機を該第二の地上局に割り当てるなどを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 4】

前記複数の地上局は、共通の動作周波数で動作する、請求項3に記載の方法。

【請求項 5】

前記航空機を前記第二の地上局に割り当てることに起因する前記期待性能を前記複数の地上局の各々に対して評価することは、割り当てられた航空機の数と協同しない航空機の数とを該複数の地上局の各々に対して計算することを含む、請求項3に記載の方法。

【請求項 6】

前記協同しない航空機の数を計算することは、以下の式
30

【数 1 9】

$$H_i = \frac{\sum_{k \in N_i} \sum_{j \in N \setminus N_i} vis(k, j)}{N_i}$$

に従って、協同しない航空機の平均数 H_i を地上局 i に対して計算することを含み、ここで、

【数 2 0】

N は、前記複数の航空機における航空機の組であり、
40

【数 2 1】

N_i

は、該地上局 i に割り当てられた航空機の組であり、 N_i は、該地上局 i に割り当てられた航空機の数であり、 $vis(k, j)$ は、航空機 k および j が互いの見通し線内にある場合に1に評価し、航空機 k および j が互いの見通し線内にない場合に0に評価する関数である、請求項5に記載の方法。

【請求項 7】

前記航空機を前記第二の地上局に割り当てることに起因する前記期待性能を前記複数の地上局の各々に対して評価することは、協同しない地上局の数を決定することをさらに含
50

む、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 8】

前記航空機を前記第二の地上局に割り当てるに起因する前記期待性能を前記複数の地上局の各々に対して評価することは、以下の式

【数 2 2】

$$P_i = 100 - aN_i - bH_i$$

に従って、地上局 i の性能 P_i を計算することを含み、ここで、 N_i は、該地上局 i に割り当てられた航空機の数であり、 H_i は、地上局 i に対して協同しない航空機の平均数を含み、 a および b は、一定の係数である、請求項 3 に記載の方法。

10

【請求項 9】

前記航空機を前記第二の地上局に割り当てるに起因する前記期待性能を前記複数の地上局の各々に対して評価することは、該複数の地上局における各地上局の P_i が、性能しきい値以上であるかどうかを決定することを含む、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記航空機を前記第二の地上局に割り当てるに起因する前記期待性能を前記複数の地上局の各々に対して評価することは、該複数の地上局における各地上局が、該航空機の前記再割り当て後に性能しきい値を満たすかどうかを決定することを含む、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 11】

第二の航空機に対して、前記決定するステップ、評価するステップ、および再割り当てるステップを反復することをさらに含む、請求項 3 に記載の方法。

20

【請求項 12】

命令でコード化されたコンピュータ読み取り可能な有形記憶媒体であって、該命令は、プロセッサーによって実行されると、プロセッサーに、モバイルデバイスを第一の基地局から第二の基地局へ再割り当てすべきかどうかを決定させ、該第二の基地局は、複数の基地局のうちの 1 つであり、該複数の基地局の動作性能は、該モバイルデバイスを該第二の基地局に再割り当てるによつて、影響を与えられることがあり、該決定することは、

該モバイルデバイスを該第二の基地局に割り当てるに起因する期待性能を該複数の基地局の各々に対して評価することと、

該複数の基地局の各々の該期待性能が動作性能要求を満たすことに応答して、該モバイルデバイスを該第二の基地局に再割り当てることと

を含む、コンピュータ読み取り可能な有形記憶媒体。

30

【請求項 13】

前記複数の基地局の前記動作性能は、前記モバイルデバイスを前記第二の基地局に再割り当てるによつて、悪い方に影響を与えられることがある、請求項 12 に記載のコンピュータ読み取り可能な有形記憶媒体。

【請求項 14】

前記プロセッサーは、

40

航空機を第一の地上局から第二の地上局へ再割り当てるべきかどうかを決定することと、

該航空機を該第二の地上局に割り当てるに起因する期待性能を複数の地上局の各々に対して評価することと、

該複数の地上局の各々の該期待性能が動作性能要求を満たすことに応答して、該航空機を該第二の地上局に割り当てることと

を行つよう構成されている、請求項 12 に記載のコンピュータ読み取り可能な有形記憶媒体。

【請求項 15】

前記複数の地上局は、共通の動作周波数で動作する、請求項 14 に記載のコンピュータ

50

読み取り可能な有形記憶媒体。

【請求項 16】

前記命令は、前記プロセッサーに、協同しない航空機の数を決定することによって、前記航空機を前記第二の地上局に割り当てるに起因する期待性能を前記複数の地上局の各々に対してさらに評価させる、請求項 15 に記載のコンピュータ読み取り可能な有形記憶媒体。

【請求項 17】

前記命令は、前記プロセッサーに、協同しない地上局の数を決定することによって、前記航空機を前記第二の地上局に割り当てるに起因する期待性能を前記複数の地上局の各々に対してさらに評価させる、請求項 15 に記載のコンピュータ読み取り可能な有形記憶媒体。

10

【請求項 18】

前記命令は、前記プロセッサーに、割り当てられた航空機の数と協同しない航空機の平均数とを前記複数の地上局の各々に対して計算することによって、前記航空機を前記第二の地上局に割り当てるに起因する期待性能を該複数の地上局の各々に対してさらに評価させる、請求項 14 に記載のコンピュータ読み取り可能な有形記憶媒体。

【請求項 19】

メモリーと、

該メモリーに連結されたプロセッサーと

を含む装置であって、該プロセッサーは、モバイルデバイスを第一の基地局から第二の基地局へ再割り当すべきかどうかを決定するように構成され、該第二の基地局は、複数の基地局のうちの 1 つであり、該複数の基地局の動作性能は、該モバイルデバイスを該第二の基地局に再割り当てるに起因する期待性能を該複数の基地局の各々に対して評価されることと、

20

該モバイルデバイスを該第二の基地局に割り当てるに起因する期待性能を該複数の基地局の各々に対して評価することと、

該複数の基地局の各々の該期待性能が動作性能要求を満たすことに応答して、該モバイルデバイスを該第二の基地局に再割り当てるに起因する期待性能を該複数の基地局の各々に対して評価することと、

を含む、装置。

30

【請求項 20】

前記複数の基地局の前記動作性能は、前記モバイルデバイスを前記第二の基地局に再割り当てるに起因する期待性能を該複数の基地局の各々に対して評価することと、

【請求項 21】

前記プロセッサーは、

航空機を第一の地上局から第二の地上局へ再割り当すべきかどうかを決定することと、

該航空機を該第二の地上局に割り当てるに起因する期待性能を複数の地上局の各々に対して評価することと、

該複数の地上局の各々の該期待性能が動作性能要求を満たすことに応答して、該航空機を該第二の地上局に割り当てるに起因する期待性能を複数の地上局の各々に対して評価することと、

40

を行うように構成されている、請求項 19 に記載の装置。

【請求項 22】

前記複数の地上局は、共通の動作周波数で動作する、請求項 21 に記載の装置。

【請求項 23】

前記プロセッサーは、協同しない航空機の数を決定することによって、前記航空機を前記第二の地上局に割り当てるに起因する期待性能を前記複数の地上局の各々に対して評価するようにさらに構成されている、請求項 22 に記載の装置。

【請求項 24】

前記プロセッサーは、協同しない地上局の数を決定することによって、前記航空機を前記第二の地上局に割り当てるに起因する期待性能を前記複数の地上局の各々に対して評価するようにさらに構成されている、請求項 22 に記載の装置。

50

記第二の地上局に割り当てるに起因する期待性能を前記複数の地上局の各々に対して評価するようにさらに構成されている、請求項22に記載の装置。

【請求項25】

前記プロセッサーは、割り当てられた航空機の数と協同しない航空機の平均数とを前記複数の地上局の各々に対して計算することによって、前記航空機を前記第二の地上局に割り当てるに起因する期待性能を該複数の地上局の各々に対して評価するようにさらに構成されている、請求項19に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

(背景)

本開示は、モバイルデバイスと複数の基地局との間の通信に関連し、特に、複数の地上局との航空通信に関連する。

【背景技術】

【0002】

特に、モバイルデバイスの動きが、モバイルデバイスに、モバイルデバイスが以前に通信していた基地局との見通し線を失わせる場合、モバイルデバイスは、しばしば、一連の基地局と通信している。例えば、航空機が国を横断して航行する場合、航空機が、航行中に異なる地上局との見通し線を失いかつ獲得するように、航空機は、一連の地上局と通信するように割り当たられる。

20

【0003】

航空機と地上局との間のトラフィックの量が、特定の周波数において多くなりすぎる場合、メッセージの生成とメッセージの送信または受信との間の時間は、大きくなり得る。言い換れば、多すぎるトラフィックが、特定の周波数に存在する場合、メッセージの待ち時間は、許容不可能に大きくなり得、通信における許容不可能に長い遅延および落ちたまたは失われたメッセージさえももたらす。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0004】

30

本発明は、例えば以下を提供する。

(項目1)

モバイルデバイスを第一の基地局から第二の基地局へ再割り当てすべきかどうかをプロセッサーによって決定することを含み、該第二の基地局は、複数の基地局のうちの1つであり、該複数の基地局の動作性能は、該モバイルデバイスを該第二の基地局に再割り当てるに起因する影響を与えることがあり、該決定することは、

該モバイルデバイスを該第二の基地局に割り当てるに起因する期待性能を該複数の基地局の各々に対して評価することと、

該複数の基地局の各々の該期待性能が動作性能要求を満たすことに応答して、該モバイルデバイスを該第二の基地局に再割り当てるに起因する期待性能を該複数の基地局の各々に対して評価することと

を含む、方法。

(項目2)

上記複数の基地局の上記動作性能は、上記モバイルデバイスを上記第二の基地局に再割り当てるに起因する影響を与えることがある、上記項目に記載の方法。

(項目3)

上記モバイルデバイスを第一の基地局から第二の基地局へ再割り当てすべきかどうかを決定することは、航空機を第一の地上局から第二の地上局へ再割り当てすべきかどうかを決定することを含み、

上記複数の基地局の各々に対して評価することは、複数の地上局の各々に対して評価することを含み、

40

50

上記モバイルデバイスを該第二の基地局に割り当てるることは、該航空機を該第二の地上局に割り当てるることを含む、上記項目のいずれかに記載の方法。

(項目4)

上記複数の地上局は、共通の動作周波数で動作する、上記項目のいずれかに記載の方法。

(項目5)

上記航空機を上記第二の地上局に割り当てるに起因する上記期待性能を上記複数の地上局の各々に対して評価することは、割り当てられた航空機の数と協同しない航空機の数とを該複数の地上局の各々に対して計算することを含む、上記項目のいずれかに記載の方法。

10

(項目6)

上記協同しない航空機の数を計算することは、以下の式

【0005】

【数1 - 1】

$$H_i = \frac{\sum_{k \in N_i} \sum_{j \in N \setminus N_i} \text{vis}(k, j)}{N_i}$$

に従って、協同しない航空機の平均数 H_i を地上局 i に対して計算することを含み、ここで、

20

【0006】

【数1 - 2】

N

は、上記複数の航空機における航空機の組であり、

【0007】

【数1 - 3】

N_i

は、該地上局 i に割り当てられた航空機の組であり、 N_i は、該地上局 i に割り当てられた航空機の数であり、 $\text{vis}(k, j)$ は、航空機 k および j が互いの見通し線内にある場合に 1 に評価し、航空機 k および j が互いの見通し線内にない場合に 0 に評価する関数である、上記項目のいずれかに記載の方法。

30

(項目7)

上記航空機を上記第二の地上局に割り当てるに起因する上記期待性能を上記複数の地上局の各々に対して評価することは、協同しない地上局の数を決定することをさらに含む、上記項目のいずれかに記載の方法。

(項目8)

上記航空機を上記第二の地上局に割り当てるに起因する上記期待性能を上記複数の地上局の各々に対して評価することは、以下の式

【0008】

【数1 - 4】

40

$$P_i = 100 - aN_i - bH_i$$

に従って、地上局 i の性能 P_i を計算することを含み、ここで、 N_i は、該地上局 i に割り当てられた航空機の数であり、 H_i は、地上局 i に対して協同しない航空機の平均数を含み、 a および b は、一定の係数である、上記項目のいずれかに記載の方法。

(項目9)

上記航空機を上記第二の地上局に割り当てるに起因する上記期待性能を上記複数の地上局の各々に対して評価することは、該複数の地上局における各地上局の P_i が、性能しきい値以上であるかどうかを決定することを含む、上記項目のいずれかに記載の方法。

(項目10)

50

上記航空機を上記第二の地上局に割り当てるに起因する上記期待性能を上記複数の地上局の各々に対して評価することは、該複数の地上局における各地上局が、該航空機の上記再割り当て後に性能しきい値を満たすかどうかを決定することを含む、上記項目のいずれかに記載の方法。

(項目11)

第二の航空機に対して、上記決定するステップ、評価するステップ、および再割り当てるステップを反復することをさらに含む、上記項目のいずれかに記載の方法。

(項目12)

命令でコード化されたコンピュータ読み取り可能な有形記憶媒体であって、該命令は、プロセッサーによって実行されると、プロセッサーに、モバイルデバイスを第一の基地局から第二の基地局へ再割り当てすべきかどうかを決定させ、該第二の基地局は、複数の基地局のうちの1つであり、該複数の基地局の動作性能は、該モバイルデバイスを該第二の基地局に再割り当てすることによって、影響を与えられることがあり、該決定することとは、

該モバイルデバイスを該第二の基地局に割り当てるに起因する期待性能を該複数の基地局の各々に対して評価することと、

該複数の基地局の各々の該期待性能が動作性能要求を満たすことに対応して、該モバイルデバイスを該第二の基地局に再割り当てることと

を含む、コンピュータ読み取り可能な有形記憶媒体。

(項目13)

上記複数の基地局の上記動作性能は、上記モバイルデバイスを上記第二の基地局に再割り当てるによつて、悪い方に影響を与えられることがある、上記項目のいずれかに記載のコンピュータ読み取り可能な有形記憶媒体。

(項目14)

上記プロセッサーは、

航空機を第一の地上局から第二の地上局へ再割り当てるべきかどうかを決定することと、

該航空機を該第二の地上局に割り当てるに起因する期待性能を複数の地上局の各々に対して評価することと、

該複数の地上局の各々の該期待性能が動作性能要求を満たすことに対応して、該航空機を該第二の地上局に割り当てることと

を行うように構成されている、上記項目のいずれかに記載のコンピュータ読み取り可能な有形記憶媒体。

(項目15)

上記複数の地上局は、共通の動作周波数で動作する、上記項目のいずれかに記載のコンピュータ読み取り可能な有形記憶媒体。

(項目16)

上記命令は、上記プロセッサーに、協同しない航空機の数を決定することによって、上記航空機を上記第二の地上局に割り当てるに起因する期待性能を上記複数の地上局の各々に対してさらに評価させる、上記項目のいずれかに記載のコンピュータ読み取り可能な有形記憶媒体。

(項目17)

上記命令は、上記プロセッサーに、協同しない地上局の数を決定することによって、上記航空機を上記第二の地上局に割り当てるに起因する期待性能を上記複数の地上局の各々に対してさらに評価させる、上記項目のいずれかに記載のコンピュータ読み取り可能な有形記憶媒体。

(項目18)

上記命令は、上記プロセッサーに、割り当てられた航空機の数と協同しない航空機の平均数とを上記複数の地上局の各々に対して計算することによって、上記航空機を上記第二の地上局に割り当てるに起因する期待性能を該複数の地上局の各々に対してさらに評

10

20

30

40

50

価させる、上記項目のいずれかに記載のコンピュータ読み取り可能な有形記憶媒体。

(項目19)

メモリーと、

該メモリーに連結されたプロセッサーと

を含む装置であって、該プロセッサーは、モバイルデバイスを第一の基地局から第二の基地局へ再割り当てすべきかどうかを決定するように構成され、該第二の基地局は、複数の基地局のうちの1つであり、該複数の基地局の動作性能は、該モバイルデバイスを該第二の基地局に再割り当てすることによって、影響を与えられることがあり、該決定することは、

該モバイルデバイスを該第二の基地局に割り当てることに起因する期待性能を該複数の基地局の各々に対して評価することと、

該複数の基地局の各々の該期待性能が動作性能要求を満たすことに応答して、該モバイルデバイスを該第二の基地局に再割り当てすることと

を含む、装置。

(項目20)

上記複数の基地局の上記動作性能は、上記モバイルデバイスを上記第二の基地局に再割り当てすることによって、悪い方に影響を与えられることがある、上記項目のいずれかに記載の装置。

(項目21)

上記プロセッサーは、

航空機を第一の地上局から第二の地上局へ再割り当てすべきかどうかを決定することと、

該航空機を該第二の地上局に割り当てることに起因する期待性能を複数の地上局の各々に対して評価することと、

該複数の地上局の各々の該期待性能が動作性能要求を満たすことに応答して、該航空機を該第二の地上局に割り当てることと

を行うように構成されている、上記項目のいずれかに記載の装置。

(項目22)

上記複数の地上局は、共通の動作周波数で動作する、上記項目のいずれかに記載の装置。

(項目23)

上記プロセッサーは、協同しない航空機の数を決定することによって、上記航空機を上記第二の地上局に割り当てることに起因する期待性能を上記複数の地上局の各々に対して評価するようにさらに構成されている、上記項目のいずれかに記載の装置。

(項目24)

上記プロセッサーは、協同しない地上局の数を決定することによって、上記航空機を上記第二の地上局に割り当てることに起因する期待性能を上記複数の地上局の各々に対して評価するようにさらに構成されている、上記項目のいずれかに記載の装置。

(項目25)

上記プロセッサーは、割り当てられた航空機の数と協同しない航空機の平均数とを上記複数の地上局の各々に対して計算することによって、上記航空機を上記第二の地上局に割り当てることに起因する期待性能を該複数の地上局の各々に対して評価するようにさらに構成されている、上記項目のいずれかに記載の装置。

【0009】

(摘要)

技術は、複数の基地局の間のモバイルデバイスのロードバランシングのために、本明細書中に提示される。特に、モバイルデバイスを第一の基地局から第二の基地局へ再割り当てすべきかどうかが、プロセッサーによって決定され、第二の基地局は、複数の基地局のうちの1つであり、その複数の基地局の動作性能は、モバイルデバイスを第二の基地局に再割り当てすることによって、影響を与えられ得る。モバイルデバイスが第二の基地局に

10

20

30

40

50

割り当てられる場合に生ずる期待性能は、複数の基地局における各基地局に対して評価される。複数の基地局の各々の期待性能が動作性能要求を満たすことに応答して、モバイルデバイスは、第二の基地局に再割り当てされる。

【0010】

(概要)

技術は、複数の基地局の間のモバイルデバイスのロードバランシングのために、本明細書中に提示される。特に、モバイルデバイスを第一の基地局から第二の基地局へ再割り当てすべきかどうかが、プロセッサーによって決定され、第二の基地局は、複数の基地局のうちの1つであり、その複数の基地局の動作性能は、モバイルデバイスを第二の基地局に再割り当てすることによって、影響を与えられ得る。モバイルデバイスが第二の基地局に割り当てられる場合に生ずる期待性能は、複数の基地局における各基地局に対して評価される。複数の基地局の各々の期待性能が動作性能要求を満たすことに応答して、モバイルデバイスは、第二の基地局に再割り当てされる。

10

【0011】

特定の例に従って、モバイルデバイスは、航空機を構成し、基地局は、地上局を構成する。

【図面の簡単な説明】

【0012】

(図面の簡単な説明)

【図1】図1は、複数の基地局によってサービスされている領域を横切るモバイルデバイスによってたどられる経路の例証である。

20

【図2】図2は、モバイルデバイスを第一の基地局から第二の基地局へ再割り当てする例示の手順を図示しているフローチャートである。

【図3】図3は、1つの周波数で動作している複数の地上局の性能の例証である。

【図4】図4は、航空機を第一の地上局から第二の地上局へ再割り当てする例示の手順を図示しているフローチャートである。

30

【図5】図5は、地上局に関係のある割り当てられた航空機、協同しない航空機、および協同しない地上局の例証である。

【図6A】図6Aは、パラメータの第一の組に従った、地上局および航空機のシステムの性能の例証である。

【図6B】図6Bは、パラメータの第二の組に従った、地上局および航空機のシステムの性能の例証である。

30

【図6C】図6Cは、パラメータの第三の組に従った、地上局および航空機のシステムの性能の例証である。

【図6D】図6Dは、パラメータの第四の組に従った、地上局および航空機のシステムの性能の例証である。

【図7】図7は、モバイルデバイスの第一の基地局から第二の基地局への再割り当てを実施するように構成されたデバイスの例示のブロック線図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

(詳細な説明)

米国を横断する航空機のトラフィックを追跡するために使用される地上局の例示のシステムの例証が、図1に描写されている。航空機と地上局とを含む図1に示されている略図は、モバイルデバイスと基地局との間の通信の一例を表す。本明細書中に説明される通信技術は、他のタイプのモバイルデバイスおよび基地局に適用可能であること、および本明細書中に説明される通信技術は、図1の航空機および地上局を含む特定の例に制限されないことが認識される。

40

【0014】

航空機が、経路101に沿ってサンフランシスコからワシントンDCまで航行する場合、少ない航空トラフィック条件のもと、航空機は、参照数字105～185によって覆わ

50

れた領域に対応する地上局と通信し得る。あるいは、参照数字 170 に対応する地上局が、多数の航空機を割り当てられる場合、または参照数字 170 に対応する地上局が、同じ周波数において動作している多数の航空機の見通し線内にある場合、地上局は、地上局に対する性能要求を満たすことが不可能であり得る。従って、いくつかの航空機は、例えば、航空機が地上局 191 の見通し線内を通る限り、領域 191 に対応する地上局に割り当てられ得る。従って、モバイルデバイスの基地局への割り当てをロードバランシングするシステムおよび方法は、図 2～5 を参照して、より詳細に説明される。

【0015】

次に、図 2 を見ると、基地局のシステムを横断するモバイルデバイスをロードバランシングする例示の工程 200 が、図示されている。工程は、ステップ 205 においてモバイルデバイスの選択で始まり、そのモバイルデバイスは、第一の基地局に割り当てられる。モバイルデバイスおよび第一の基地局は、複数のモバイルデバイスおよび複数の基地局を含むシステムの一部である。航空機の例を使用すると、モバイルデバイスは、航空機を構成し得、基地局は、航空機が国を横断して航行する場合に航空機を追跡するために使用される地上局を構成し得る。

10

【0016】

ステップ 210 において、モバイルデバイスは、第一の基地局から第二の基地局へ再割り当てるために評価されるように選択される。再び航空機の例を使用すると、航空機は、ファクターの数に基づいて再割り当てるために選択され得る。例えば、選択された航空機が、現在割り当てられている地上局との見通し線をまもなく失うことが、決定され得る。従って、地上局との通信を維持するために、航空機は、再割り当てる必要がある。あるいは、航空機および地上局の能率的なバランシングを維持するために、簡単な確率が、選択された航空機が再割り当てるために評価されるかどうかを決定するために使用され得る。例えば、あらゆる航空機は、再割り当てるための評価のために選択される 50 / 50 の確率を有し得る。特に、システムにおける航空機のすべては、始終循環させられ得る。各航空機は、順番に、再割り当てるために評価される 50 % の可能性を有する。他の確率も、使用され得る。さらに別の例として、確率と航空機の位置との組み合わせが、選択された航空機が、再割り当てるために評価されるべきかどうか決定するために使用され得る。例えば、航空機が、現在割り当てられている地上局との見通し線を失いそうになるにつれて、選択された航空機が再割り当てるために評価される確率は、増加し得る。さらに別の例に従って、システムにおける航空機は、ファクター（例えば、航空機が現在割り当てられている地上局との見通し線をどれほど失いそうであるか、および航空機が以前に評価されてからどれほど経ったか）に従って評価のためにランク付けされ得る。さらに、再割り当てるための航空機の選択は、航空機が現在割り当てられている地上局に基づき得る。例えば、地上局が、現在多量の航空機にサービスしている場合、その地上局に割り当てられた航空機は、再割り当てるために選択される見込みがよりあり得る。もちろん、航空機が、第二の地上局に割り当てられる場合、航空機は、第二の地上局の見通し線にあるはずである。

20

【0017】

本例に従って、第二の基地局は、複数の基地局の一部であり得、その複数の基地局の動作性能は、モバイルデバイスを第二の基地局に再割り当てるによって影響を与えられ得る。特定の例に従って、複数の地上局の性能は、モバイルデバイスの再割り当てるによって、悪い方に影響され得る。航空機の例を続けると、複数の地上局のすべてが、同じ動作周波数を利用し、かつ 2 以上の複数の地上局が、再割り当てられた航空機の見通し線内にある場合、再割り当てられた航空機からその航空機の割り当てられた地上局へ送信されるメッセージは、複数の地上局における他の地上局においても受信され得る。複数の地上局における他の地上局においてこれらのメッセージを受信することは、例えば、地上局とそれらの地上局に割り当てられた航空機との間のメッセージの待ち時間を増加させることによって、地上局の性能に悪い方に影響し得る。同様に、再割り当てられた航空機からその航空機の割り当てられた地上局へ送信されるメッセージは、複数の地上局における他の

30

40

50

地上局に割り当てられた航空機によって受信され、これらの航空機およびそれらに割り当
てられた地上局の性能を低下させ得る。

【0018】

従って、ステップ215において、複数の基地局におけるあらゆる基地局の期待性能は、
あたかもモバイルデバイスが、第二の基地局に割り当てられたかのように評価される。
依然として航空機の例を用いると、選択された航空機が第二の地上局に割り当てられるこ
とが決定される場合、複数の地上局におけるあらゆる地上局に対して選択された航空機の
提案された再割り当て後の性能が、評価される。特に、航空機の第二の地上局への再割り
当ては、図3～5を参照して下記に詳細に説明されるように、複数の地上局内の他の地上
局の性能に影響し得る。従って、複数の地上局内のあらゆる地上局の性能が、評価され得
る。

10

【0019】

最後に、工程は、ステップ220において完了し、そのステップ220において、複数
の基地局の各々の期待性能が、動作性能要求を満たす場合、選択されたモバイルデバイス
は、第二の基地局に再割り当てされる。もう一度航空機の例を使用すると、複数の地上局
における各地上局の評価が、複数の地上局におけるあらゆる地上局が性能しきい値を満た
すこと、またはそれを超えることを示す場合に、選択された航空機は、第二の地上局に割
り当てられ得る。

20

【0020】

図3を参照して、米国を横切っている航空機301のマップ300が、図3に描写され
ている。地上局305～340が、マップ300に含まれ、その地上局305～340は
、すべて同じ通信周波数で動作する。陰影によって示されるように、地上局305、31
0、315、335、および340は、すべて性能しきい値の上方で満足に動作して
いる。地上局320は、性能しきい値を満たすことが不可能な域に近づいている一方、地上局
325および330は、性能しきい値を下回る危険がある。

20

【0021】

航空機301が国を横切る場合、航空機301が1つの地上局から別の地上局へ再割り
当てされることが、必要である。例えば、航空機301が、地上局320に近づく場合、
航空機301を地上局320と通信するように割り当てる試みがあり得る。地上局320は、
その性能しきい値を満たさない危険があるので、航空機301を地上局320に再割
り当てる前に、地上局320の性能が、評価され得る。しかし、地上局320の性能を
簡単に評価することは、不十分であり得る。地上局320と同じ周波数で動作する追加の
地上局の性能が、評価され得る。例えば、地上局325および330が、航空機301の
見通し線内にある場合、航空機301が地上局305～340によって共有される周波数
へ切り換わると、航空機301と地上局320との間で通信されるメッセージは、地上局
325および330の性能に悪い方に影響し得る。特に、航空機301が、地上局325の
見通し線内にある場合、航空機301から地上局320へ送信されるメッセージは、地上局
325において受信され得る。地上局325は、危険なほどに性能しきい値を下回り
そうであるので、航空機301から受信される追加のメッセージは、地上局325に、要
求される性能しきい値を下回らせ得る。同様に、航空機301から送信されるメッセージ
は、地上局325に割り当てられた航空機によって受信され、地上局325の性能をさら
に低下させる。

30

【0022】

次に図4を参照すると、航空機が割り当てられる地上局と、再割り当てによって影響
され得る他の地上局との両方の性能に従って、航空機を再割り当てる工程400が、図4
に描写されている。

40

【0023】

ステップ405において始まり、航空機が、選択される。ステップ410において、航
空機が、再割り当てるために評価されるかどうかが、決定される。例えば、選択された航
空機が、現在割り当てられている地上局との見通し線をまもなく失い、従って選択された

50

航空機は、再割り当てされる必要があることが、決定され得る。航空機はまた、航空機の最後の再割り当てから長い時間が過ぎた場合に再割り当てのために選択され得る。そのうえ、簡単な確率は、選択された航空機が、再割り当てのために評価されるかどうかを決定するために使用され得る。例えば、システムにおける各航空機は、再割り当てのために評価される50%の可能性を有し得る。もちろん、ファクターの組み合わせは、選択された航空機が、再割り当てのために評価されるべきかどうかを決定するために使用され得る。例えば、選択された航空機が、現在割り当てられている地上局との見通し線を失いそうになるにつれて、選択された航空機が、再割り当てのために評価される確率は、増加し得る。航空機が、再割り当てのために評価されないことが、決定される場合、工程は、ステップ405へ戻り、別の航空機が、選択される。あるいは、航空機が、再割り当てのために評価される場合、工程は、ステップ415へ進む。

10

【0024】

ステップ415において、最も近い、以前に評価されていない地上局が、選択される。本例に従って、選択された地上局は、選択された航空機の見通し線内にある最も近い地上局でもあり得る。

【0025】

ステップ420へ進むと、選択された地上局の通信周波数におけるすべての地上局の性能が、評価される。各地上局の性能を評価するために、いくつかのファクターが、考慮に入れられる。図5を見ると、地上局の性能を評価するために使用され得るいくつかの例示のファクターが、図5に描写されている。

20

【0026】

特に、地上局の性能の評価への見通し線の影響をよりよく図示するために、誇張された曲率半径を有する地球500の領域の例証が、図5に描写されている。図5の例に従って、地上局502の性能が、評価される。地上局502と504との両方は、同じ通信周波数で動作し、航空機510および512は、地上局502に割り当てられる一方、航空機514および516は、地上局504に割り当てられる。

【0027】

地上局502の性能を評価するために、地上局502に割り当てられた航空機の数が、決定される。従って、2つの航空機（航空機510および512）が、地上局502に割り当てられていることが決定される。

30

【0028】

例に従って、いくつの「協同しない」航空機が地上局502の性能に影響し得るかが、さらに決定される。本開示に使用される場合、「協同しない」は、評価されている基地局と通信することが不可能であるが、その基地局に割り当てられたモバイルデバイスと通信可能であるデバイスをいう。航空機の例の文脈内において、協同しない航空機は、評価されている地上局と同じ周波数で通信する航空機であり、協同しない航空機は、その地上局に割り当てられず、協同しない航空機は、その地上局の見通し線内にないが、評価されている地上局に割り当てられた航空機の見通し線内にある。従って、航空機514は、地上局502に対して協同しない航空機である。特に、航空機514は、線521によって示されているような地上局502とのまっすぐな見通し線を有しないが、航空機514は、線531によって示されているような航空機512の見通し線内にあり、航空機512は、地上局502とのまっすぐな見通し線を有する。

40

【0029】

これに対して、航空機516は、地上局502との見通し線と航空機512との見通し線との両方を欠いている（それぞれ線523および線525によって示されている）ので、航空機516は、地上局502に対して協同しない航空機であるとみなされない。

【0030】

たとえ地上局502が、協同しない航空機からいずれのメッセージも受信しなくても、協同しない航空機は、考慮されなければならない。なぜなら、航空機512のような航空機が、航空機512および地上局502の性能に悪い方に影響し得るメッセージを協同し

50

ない航空機から受信するからである。例えば、航空機 512 のような航空機は、協同しない航空機 514 から受信されるメッセージによって、メッセージを送受信する間に遅延を経験し得る。

【0031】

本例に従って、各割り当てられた航空機から見える協同しない航空機の平均数は、地上局の性能を評価するために使用される。図 5において、1 / 2 の協同しない航空機の平均数がある。特に、航空機 512 が、1 つの協同しない航空機（航空機 514）への見通し線を有する一方、航空機 510 は、いずれの協同しない航空機への見通し線も有しない。ただ 1 つの協同しない航空機と 2 つの割り当てられた航空機とがあるので、各割り当てられた航空機から見える協同しない航空機の平均数は、1 / 2 である。代替例は、協同しない航空機の総計数、または協同しない航空機に重みをつける他の代替方法を使用し得る。

10

【0032】

協同しない航空機の平均数を計算するために、以下の式

【0033】

【数 1 - 5】

$$H_i = \frac{\sum_{k \in N_i} \sum_{j \in N \setminus N_i} \text{vis}(k, j)}{N_i}$$

が使用され得、ここで、 H_i は、協同しない航空機の平均数を表し、

20

【0034】

【数 2】

N

は、評価されている地上局の通信周波数で通信している地上局に割り当てられた航空機の組であり、

【0035】

【数 3】

N_i

は、地上局 i に割り当てられた航空機の組であり、 N_i は、組

30

【0036】

【数 3 - 1】

N_i

における航空機の数であり、 $\text{vis}(k, j)$ は、航空機 k および j が互いの見通し線内にある場合に 1 に評価し、航空機 k および j が互いの見通し線内にない場合に 0 に評価する関数である。

【0037】

$\text{vis}(k, j)$ を評価するために、各航空機に対する水平線までの視界距離が、決定され得る。半径 R_e （この場合、地球の半径）の球上の所与の高さ h から水平線までの視界距離は、

【0038】

【数 4】

$$d^2 + R_e^2 = (R_e + h)^2$$

によって、決定され得る。上記方程式を d について解くことは、

【0039】

【数 5】

$$d = \sqrt{h(2R_e + h)} \approx \sqrt{2R_e h}.$$

を与える。 h がフィート（f）で与えられ、かつ d が海里（nm）で与えられる場合、以

50

下の転換因子

【 0 0 4 0 】

【 数 6 】

$$\gamma_{fpm} = 100 / (12 \cdot 2.54)$$

$$\gamma_{mpnm} = 1852$$

$$R_e = 6378137$$

が、使用され得る。

【 0 0 4 1 】

さらに、屈折効果を説明するために、4 / 3 の等価地球半径係数が使用され得、以下の式を得る。

【 0 0 4 2 】

【 数 7 】

$$d = \frac{1}{\gamma_{fpm} \gamma_{mpnm}} \sqrt{2R_{eff} \gamma_{fpm} h} = \frac{\sqrt{2 \cdot (4/3) R_e}}{\sqrt{\gamma_{fpm} \gamma_{mpnm}}} \sqrt{h} = 1.23 \sqrt{h} = \gamma \sqrt{h}$$

最後に、高さ h_1 および h_2 における 2 つの航空機間の視界距離を計算するために、各航空機に対する水平線までの距離が、合計される。従って、2 つの航空機間の視界距離 d_v は、

【 0 0 4 3 】

【 数 8 】

$$d_v = \gamma \left(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2} \right).$$

である。

【 0 0 4 4 】

従って、2 つの航空機（1 つは高さ h_1 におけるもの、そしてもう 1 つは h_2 におけるもの）間の距離が、 d_v よりも大きい場合、2 つの航空機間に見通し線はない。従って、航空機 k および j の高度を与えられた $viss(k, j)$ は、2 つの航空機に対する距離 d_v を計算し得る。航空機間の実際の距離が、 d_v 以下である場合、2 つの航空機間に見通し線があるが、実際の距離が、 d_v よりも大きい場合、見通し線はない。従って、航空機 k および j の高度に基づいて、 $viss(k, j)$ が、0 に評価されるべきか、1 に評価されるべきかが決定され得る。

【 0 0 4 5 】

H_i についての式を図 5 に描寫されている例に適用すると、式のパラメータは、以下のようにになり、

【 0 0 4 6 】

【 数 9 】

$$N = \{510, 512, 514, 516\}$$

$$N = 4$$

$$N_i = \{510, 512\}$$

$$N_i = 2$$

$$N/N_i = \{514, 516\}$$

従って、

【 0 0 4 7 】

10

20

30

40

【数10】

$$H_i = \frac{\sum_{k \in N_i} \sum_{j \in N \setminus N_i} \text{vis}(k, j)}{N_i}$$

$$H_i = \frac{\sum_{k \in \{510, 512\}} \sum_{j \in \{514, 516\}} \text{vis}(k, j)}{2}$$

$$H_i = \frac{\text{vis}(510, 514) + \text{vis}(510, 516) + \text{vis}(512, 514) + \text{vis}(512, 516)}{2}$$

10

$$H_i = \frac{0 + 0 + 1 + 0}{2}$$

$$H_i = \frac{1}{2}$$

である。

【0048】

従って、図5を参照して上記に説明されたように、そして上記に計算されたように、地上局502の評価に使用された協同しない航空機の平均は1/2である。特に、割り当てられた航空機512から見える1つの協同しない航空機、および割り当てられた航空機510から見える0個の協同しない航空機があり、従って、協同しない航空機の平均数は、1/2である。

20

【0049】

代替例に従って、協同しない航空機の数は、確率的アプローチに従って推定され得る。所与の地上局に対して航空機ごとに隠れ端末干渉の平均量を計算するために、同じ周波数におけるK個の地上局があり、K個の地上局は、

【0050】

【数10-1】

$$1 \leq i, k \leq K$$

30

に対して距離 $d_{i, k}$ だけ引き離され、 $p(d_{i, k})$ は、地上局 k に割り当てられた航空機の見通し線内に協同しない航空機がある確率を表すと仮定する。さらに、第 k の地上局において利用されている N_k 個の航空機があると仮定する。従って、第 i の地上局に影響している隠れ航空機の数は、

【0051】

【数11】

$$H_i = \sum_{\substack{1 \leq k \leq K \\ k \neq i}} p(d_{i, k}) N_k$$

40

によって与えられる。

【0052】

計算された協同しない航空機の平均数を用いて、協同しない地上局の数も、計算され得る。協同しない地上局は、協同しない航空機と同様の概念である。特に、協同しない地上局は、評価されている地上局の見通し線の外にあるが、協同しない航空機の場合と同様に、協同しない地上局は、評価されている地上局に割り当てられた航空機の見通し線内にある。従って、地上局504は、地上局502の評価中に協同しない地上局として数えられる。特に、たとえ地上局504が、線527によって示されているように、地上局502との見通し線になくても、地上局504は、線532によって示されているような航空機512との見通し線にある。航空機512が、地上局502に割り当てられているので、

50

地上局 504 は、地上局 502 の評価中に協同しない地上局であるとみなされる。

【0053】

図 5 の例に従って、協同しない地上局 504 が有する、地上局 502 の性能への影響を推定するために、地上局 504 に割り当てられた航空機の数が、協同しない航空機の平均数 H_i に追加される。航空機 514 および 516 が、地上局 504 に割り当てられているので、1 / 2 である協同しない航空機の平均数、および 2 つの航空機が割り当てられた 1 つの協同しない地上局（地上局 504）によって、地上局 502 に対する H_i の総計値は、 $2 \cdot 1 / 2$ である。

【0054】

割り当てられた航空機、協同しない航空機、および協同しない地上局の数がひとたび計算されると、特定の地上局の性能を推定することが可能である。地上局 i の性能は、割り当てられた航空機の数、協同しない航空機の数、および協同しない地上局の数に関連したメッセージの成功率 P_i として近似され得る。特に、関数は、

【0055】

【数 12】

$$100 - P_i \approx aN_i + bH_i;$$

の形を成し得、ここで、 a および b は、一定の係数である。成功率 P_i について解くことは、

【0056】

【数 13】

$$P_i = 100 - aN_i - bH_i$$

を与える。

【0057】

言い換えれば、係数 a および b は、追加の割り当てられたまたは協同しない航空機の性能への損害に重みをつける。

【0058】

他のシナリオに従って、性能 P_i の H への従属は、二次式であり得る。そのようなシナリオにおいて、 P_i は、

【0059】

【数 13 - 2】

$$P_i = 100 - aN_i - bH_i - cH_i^2$$

に従って、 H_i および N_i に関連づけられる。

【0060】

そのようなシナリオのもと、係数 a 、 b 、および c は、

【0061】

【数 14】

$$\begin{bmatrix} N_1 & H_1 & H_1^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ N_k & H_k & H_k^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = 100 - \begin{bmatrix} P_1 \\ \vdots \\ P_k \end{bmatrix}$$

について最小二乗解を決定することによって、求められ得、ここで、 $P_1 \sim P_k$ は、同じ通信周波数で動作している地上局のすべてを表す。従って、 $N_1 \sim N_k$ は、対応する割り当てられた航空機を表し、 $H_1 \sim H_k$ は、対応する協同しない航空機を表す。特に、係数 a 、 b 、および c は、モバイルデバイスおよび基地局、つまり航空機および地上局のシステムの性能履歴から得られた P_i 、 N_i 、および H_i の値を基にした最小二乗近似曲線のあてはめによって計算され得る。

10

20

30

40

50

【0062】

$P_1 \sim P_k$ を計算して、図4のステップ425へ戻ると、選択された周波数におけるすべての地上局が、再割り当て後にそれらの能力限度の範囲内にとどまるかどうかが、決定される。例えば、選択された周波数のすべての地上局が、選択された航空機の再割り当て後にそれらの性能しきい値を満たすかどうかが、決定され得る。例えば、航空機のシステムに対する性能要求が95であり、すべてのメッセージの95%が、要求された待ち時間を超過することなしに、首尾よく送受信された場合、地上局は、性能要求を満たす。従って、例として計算された P_i を使用すると、 $P_1 \sim P_k$ が、すべて95以上であると計算される場合、すべての地上局は、要求された性能しきい値を満たすか、またはそれを超過する。これに対して、 $P_1 \sim P_k$ のうちの任意のものが、95よりも小さい場合、少なくとも1つの地上局は、要求された性能しきい値を満たさず、航空機は、再割り当てされない。航空機が、再割り当てされない場合、工程はステップ415へ戻り、2番目に近い地上局が、評価のために選択される。

10

【0063】

ステップ430において、航空機は、選択された地上局に再割り当てされる。再割り当ては、選択された周波数における地上局のすべてが、再割り当てが行われた後にそれらの性能要求（例えば、性能しきい値）を満たす場合に、なされ得る。あるいは、性能しきい値および追加のファクターは、再割り当てが行われるべきかどうかを決定するために考慮され得る。

20

【0064】

例えば、接続をなすために残された時間は、再割り当てがなされるべきかどうかを決定する間に考慮され得る。例えば、図5に関連して説明された航空機／地上局の例は、航空機510～516が動いている動的システムである。従って、航空機が、地上局によって提供されているサービスの範囲をすぐに離れる場合、航空機をその地上局に割り当てるとは、意味をなさない。特に、ハンドオーバー関数は、再割り当てが行われる場合を決定するために使用され得、ハンドオーバー関数は、航空機が再割り当てされる地上局の性能と航空機を再割り当てするために残された時間との両方を考慮に入れる。

30

【0065】

性能 P_i と、接続またはハンドオーバーをなすために残された時間 T とを考慮に入れる1つのそのようなハンドオーバー関数は、

30

【0066】

【数15】

$$f(T, l) = \beta T(1 - l)^\alpha$$

であり、ここで、 α および β は一定であり、

【0067】

【数16】

$$l = \begin{cases} 0, & P_i \geq 100 \\ \frac{100 - P_i}{5}, & 100 > P_i > 95 \\ 1, & P_i \leq 95 \end{cases}$$

40

である。

【0068】

さらに、航空機が再割り当てされる時間 T は、以下の方程式を T について解くことによって求められ得、

【0069】

【数17】

$$(x + v_x T)^2 + (y + v_y T)^2 = R^2$$

50

ここで、(x, y)は、地上局の東および北の航空機位置であり、(v_x, v_y)は、航空機速度である。値Rは、地上局のサービスの推定半径であり、値Rは、以下の式に従つて計算され得、

【0070】

【数18】

$$R = 1.23 \left(\sqrt{h_{gs}} + \sqrt{h_{ac}} \right)$$

ここで、h_{gs}は、地上局の高さであり、h_{ac}は、航空機の高さである。

【0071】

従つて、P_iが、100以上である（地上局へおよび地上局から通信されるメッセージの100%が、うまくいくことを意味する）場合、l = 0、およびf(T, l) = Tである。言い換えれば、地上局が、航空機の再割り当て後に送信されるメッセージのすべてまたはそれより多くを扱うことが可能であるので、再割り当てが行われるかどうかの決定は、およびTにのみ基づく。

【0072】

あるいは、P_iが、100と95との間にある（地上局の性能が、再割り当て後にしきい値の上方にあるが、100%ではないことを意味する）場合、f(T, l)の値は、TとP_iとの両方に基づく。

【0073】

最後に、P_iが、95よりも小さい（地上局の性能が、再割り当て後に性能しきい値を下回ることを意味する）場合、f(T, l)の値は、0であり、再割り当ては、行われない。

【0074】

ステップ430の処理が完了すると、ステップ435は、再割り当てのために評価すべき追加の航空機があるかどうかを決定する。追加の航空機がある場合、処理は、ステップ405へ戻る。再割り当てのために評価されるべき航空機がもはやない場合、処理は、ステップ440において止まる。

【0075】

本明細書中に説明された技術によって達成される性能利益のグラフによる描写が、図6a～dに描写されている。図6aおよび6bにおいて、本明細書中に説明された技術は、実装されず、図6cおよび6dにおいて、本明細書中に説明された技術は、実装された。

【0076】

グラフにおいて、各点は、図1に描写されたような地上局を表す。各地上局のx軸に沿った位置は、各地上局と関連づけられる協同しない航空機の平均数を示す一方、各地上局のy軸に沿った位置は、その地上局に割り当てられた航空機の数を示す。線605、610、615、および620の下に位置する点は、それぞれ、性能要求を満たしている地上局である一方、線605、610、615、および620の外側の点は、それぞれ、性能要求を満たしていない地上局である。

【0077】

図6aにおいて、総数16の動作周波数が、地上局および航空機のシステムにわたって使用され、そのシステムにおいて、本明細書中に教示された技術は、実装されなかった。従つて、性能要求を満たさない有意な数の地上局がある。動作周波数の数が20まで増加させられた図6bにおいてさえ、性能要求を満たさない有意な数の地上局が依然としてある。

【0078】

あるいは、たった16の通信周波数が使用される図6cにおいて、地上局の実質的にすべては、本明細書中に教示された技術によって、性能要求を満たす。そのうえ、性能要求を満たさない少数の地上局（地上局616～618）は、それらの地上局に割り当てられたいずれの航空機も有しない。

【0079】

10

20

30

40

50

同様に、20の通信周波数が使用される図6dにおいて、割り当てられた航空機を有しない地上局621のみが、性能要求を満たさない。さらに、線620の下の航空機は、性能しきい値を満たすどころか、線620の下の航空機は、追加の航空機の割り当てに失敗する見込みがより少ない。

【0080】

次に、図7を参照すると、本明細書中に説明された技術を実施するように構成されたデバイス700の例示のブロック線図が、図7に描写されている。デバイス700は、プロセッサー（単数または複数）710と、通信インターフェース720と、メモリー730とを含む。簡単のために、通信インターフェース720は、集合的に通信インターフェースユニットと呼ばれ得、通信インターフェースユニットは、モバイルデバイス（例えば、航空機）および基地局（例えば、地上局）に関連した情報を受信するように構成される。通信インターフェース720を通して受信された情報は、バス740を通してプロセッサー（単数または複数）710へ転送される。メモリー730は、本明細書中に教示された技術を実施するためのソフトウェア命令750を含む。

10

【0081】

メモリー730は、読み取り専用メモリー（ROM）と、ランダムアクセスメモリー（RAM）と、磁気ディスク記憶媒体デバイスと、光学記憶媒体デバイスと、フラッシュメモリーデバイスと、電気的、光学的、または他の物理的／有形（例えば、非一時的）なメモリー記憶デバイスとを含み得る。プロセッサー（単数または複数）710は、例えば、本明細書中に説明された技術を実施するための命令を実行するマイクロプロセッサーまたはマイクロコントローラーである。従って、一般に、メモリー730は、コンピュータ実行可能な命令750を含むソフトウェアと共にコード化された1つ以上の有形（非一時的）なコンピュータ読み取り可能な記憶媒体（例えば、メモリーデバイス）を含み得る。命令750が、（プロセッサー（単数または複数）710によって）実行されると、デバイス700は、図1～5に関連して本明細書中に説明された動作を実施するために動作可能である。

20

【0082】

デバイス700は、本明細書中に教示された技術に従って複数の航空機を再割り当てる中心位置に実装され得る。そのような実装において、デバイスは、関連があるモバイルデバイスおよび基地局のすべてについての情報（例えば、高度、位置、速度、および他の考慮すべき事項）を通信インターフェース720を通して受信し得る。他の実施形態に従って、デバイス700は、基地局に近づいているかつ／または離れているモバイルデバイスを再割り当てる地上局に実装され得る。デバイス700はまた、モバイルデバイス内に実装され、各モバイルデバイスは、各モバイルデバイスがどの基地局に再割り当たるべきかを決定し得る。

30

【0083】

上記の説明は、例のみの目的で意図されている。

【符号の説明】

【0084】

300 マップ

40

301 航空機

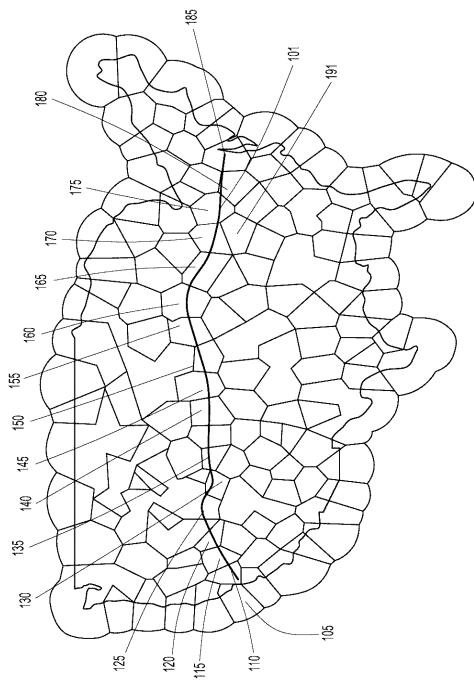
305～340 地上局

500 地球

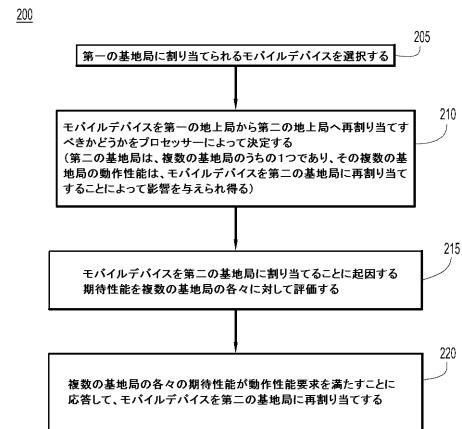
502、504 地上局

510～516 航空機

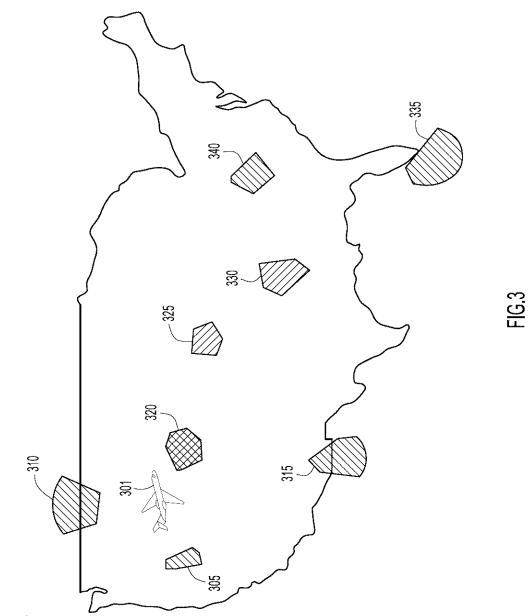
【図1】



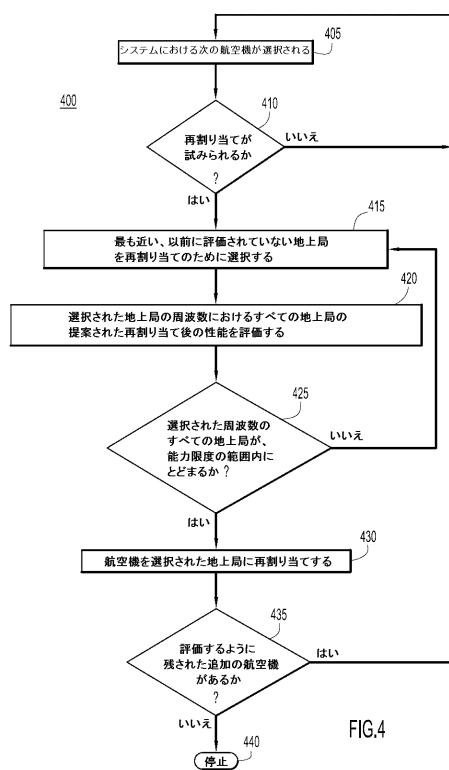
【図2】



【図3】



【図4】



【図 5】

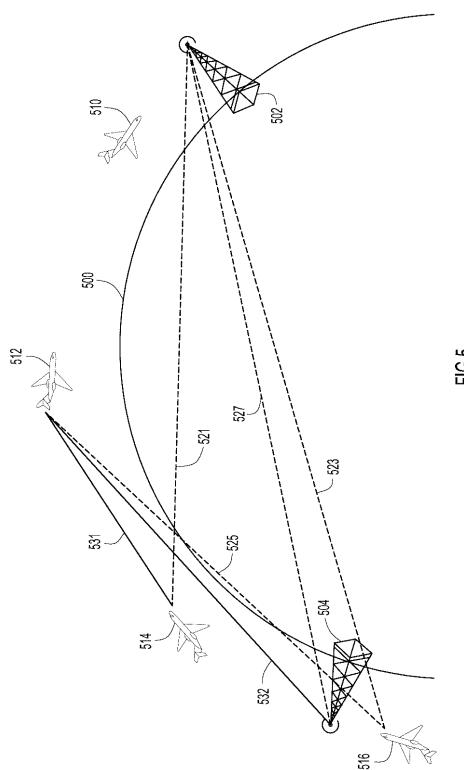


FIG.5

【図 6 A】

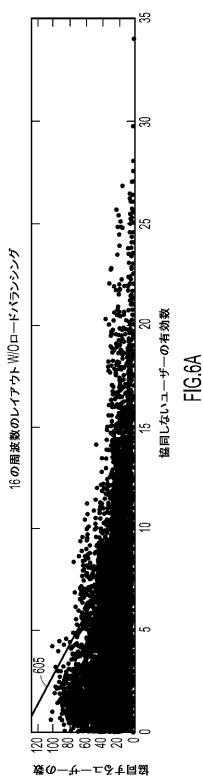


FIG.6A

【図 6 B】

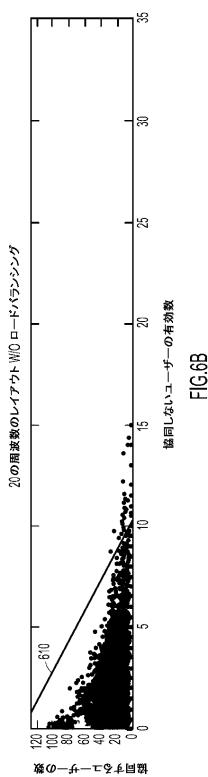


FIG.6B

【図 6 C】

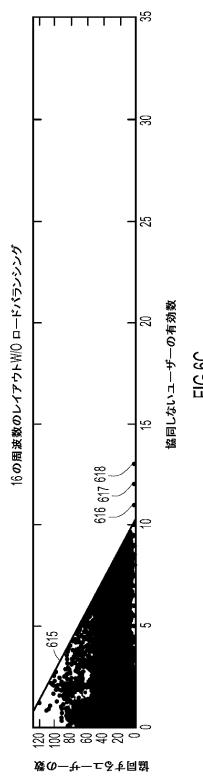


FIG.6C

【 図 6 D 】

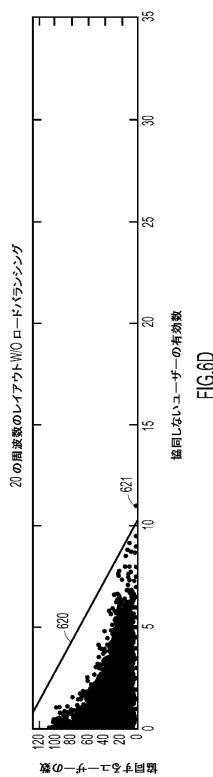


FIG.6D

【 図 7 】

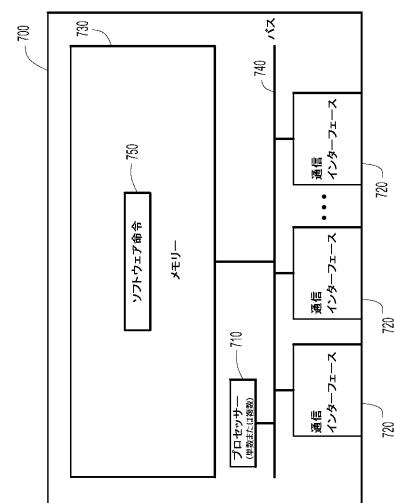


FIG. 7