(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2017-212718
(P2017-212718A)
(43)公開日　平成29年11月30日(2017.11.30)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H04W 48/18	(2009.01)	H04W	48/18	113	5K067

審査請求 未請求　請求項の数 15　ＯＬ　（全 33 頁）

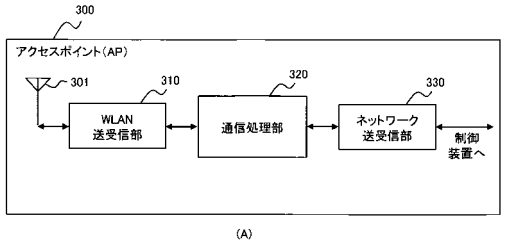
(21)出願番号　特願2016-235091 (P2016-235091)
(22)出願日　平成28年12月2日 (2016.12.2)
(31)優先権主張番号　特願2016-102745 (P2016-102745)
(32)優先日　平成28年5月23日 (2016.5.23)
(33)優先権主張国　日本国 (JP)

(71)出願人　000005223
富士通株式会社
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号
(74)代理人　100094525
弁理士　土井　健二
(74)代理人　100094514
弁理士　林　恒徳
(72)発明者　田島　喜晴
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号　富士通株式会社内
(72)発明者　木村　大
神奈川県川崎市中原区上小田中４丁目１番１号　富士通株式会社内

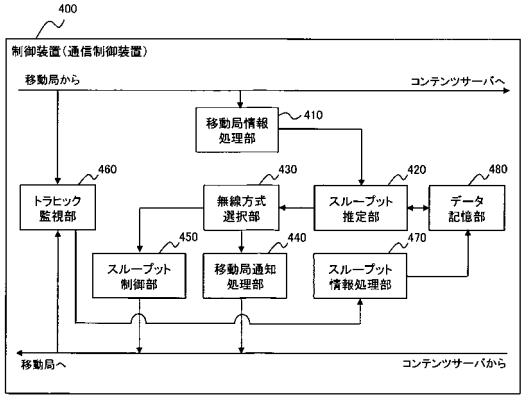
Ｆターム(参考)　5K067 AA21　DD11　DD44　EE02　EE10　HH22

(54)【発明の名称】通信制御装置、移動通信システム、及び通信制御方法

(57)【要約】　（修正有）
【課題】端末装置数が増加しても接続状況を良好に保つことが可能な、また、仮想移動体通信事業者におけるコスト削減が可能な、さらに、無線通信方式の切り替え時間を少なくさせることが可能な通信制御装置、移動通信システム及び通信制御方法を提供する。
【解決手段】通信制御装置４００は、第１の移動局装置から通知された第１の情報に基づいて第１の移動局装置が基地局装置と無線通信を行う際の第１のスループットを推定するスループット推定部と、第１の移動局装置から通知された第１の移動局装置が要求する第１の要求スループットが推定された第１のスループットより小さいとき、キャリアセンスを用いて基地局装置と無線通信を行う第１の無線通信方式を、第１の移動局装置に割り当てる無線方式選択部と、割り当てた第１の無線通信方式に関する情報を第１の移動局装置へ通知する通知処理部とを備える。
【選択図】図４



(A)



(B)

【特許請求の範囲】
【請求項１】
第１の移動局装置から通知された第１の情報に基づいて前記第１の移動局装置が基地局装置と無線通信を行う際の第１のスループットを推定するスループット推定部と、
前記第１の移動局装置から通知された前記第１の移動局装置が要求する第１の要求スループットが前記推定された第１のスループットより小さいとき、キャリアセンスを用いて前記基地局装置と無線通信を行う第１の無線通信方式を前記第１の移動局装置に割り当てる無線方式選択部と、
前記割り当てた第１の無線通信方式に関する情報を前記第１の移動局装置へ通知する通知処理部と
を備えることを特徴とする通信制御装置。
【請求項２】
前記無線方式選択部は、前記第１の要求スループットが前記推定された第１のスループット以上のとき、スケジューリングによって無線通信を行う第２の無線通信方式を前記第１の移動局装置に割り当てることを特徴とする請求項１記載の通信制御装置。
【請求項３】
前記通知処理部は、前記割り当てた第２の無線通信方式に関する情報を前記第１の移動局装置へ通知することを特徴とする請求項２記載の通信制御装置。
【請求項４】
前記スループット推定部は、第２の移動局装置から通知された第２の情報に基づいて前記第２の移動局装置における第２のスループットを推定し、
前記無線方式選択部は、前記第１の要求スループットと前記第２の移動局装置から通知された前記第２の移動局装置が要求する第２の要求スループットの合計が、前記推定された第１のスループットと前記推定された第２のスループットの合計より小さいとき、前記第１の無線通信方式を前記第１及び第２の移動局装置に割り当てることを特徴とする請求項１記載の通信制御装置。
【請求項５】
前記通知処理部は、前記割り当てた第１の無線通信方式に関する情報を前記第２の移動局装置へ通知することを特徴とする請求項４記載の通信制御装置。
【請求項６】
前記無線方式選択部は、前記第１の要求スループットと前記第２の要求スループットの合計が前記推定された第１のスループットと前記推定された第２のスループットの合計以上のとき、スケジューリングによって無線通信を行う第２の無線通信方式を前記第２の移動局装置に割り当てることを特徴とする請求項４記載の通信制御装置。
【請求項７】
前記通知処理部は、前記割り当てた第２の無線通信方式に関する情報を前記第２の移動局装置へ通知することを特徴とする請求項６記載の通信制御装置。
【請求項８】
前記スループット推定部は、前記第１及び第２の情報が前記第１及び第２の移動局装置において前記第１の無線通信方式で無線通信を行ったときの受信レベルをそれぞれ表すとき、前記受信レベルが前記第２の情報より高い前記第１の情報を通知した前記第１の移動局装置から順番に前記第１のスループットと前記第２のスループットを推定し、
前記無線方式選択部は、前記順番に従って、前記前記１の要求スループットが前記推定された第１のスループットより小さいとき、前記第１の無線通信方式を前記第１の移動局装置に割り当て、更に、前記第１の要求スループットと前記第２の要求スループットの合計が前記推定された第１のスループットと前記推定された第２のスループットの合計よりも小さいとき、前記第１の無線通信方式を前記第１及び第２の移動局装置に割り当てることを特徴とする請求項４記載の通信制御装置。
【請求項９】
前記スループット推定部は、前記第１及び第２の情報がそれぞれ前記第１及び第２の要

求スループットのとき、要求スループットの高い前記第１の要求スループットを通知した前記第１の移動局装置から順番に前記第１のスループットと前記第２のスループットを推定し、

前記無線方式選択部は、前記順番に従って、前記前記１の要求スループットが前記推定された第１のスループットより小さいとき、前記第１の無線通信方式を前記第１の移動局装置に割り当て、更に、前記第１の要求スループットと前記第２の要求スループットの合計が前記推定された第１のスループットと前記推定された第２のスループットの合計よりも小さいとき、前記第１の無線通信方式を前記第１及び第２の移動局装置に割り当てることを特徴とする請求項４記載の通信制御装置。

【請求項１０】

前記スループット推定部は、前記第１及び第２の情報が前記第１及び第２の移動局装置において、スケジューリングによって無線通信を行う第２の無線通信方式で無線通信を行ったときの受信レベルをそれぞれ表すとき、前記受信レベルが前記第１の情報より高い前記第２の情報を通知した前記第２の移動局装置における前記第２のスループットを、前記第１のスループットより後に推定し、

前記無線方式選択部は、前記前記１の要求スループットが前記推定された第１のスループットより小さいとき、前記第１の無線通信方式を前記第１の移動局装置に割り当て、更に、前記第１の要求スループットと前記第２の要求スループットの合計が前記推定された第１のスループットと前記推定された第２のスループットの合計よりも小さいとき、前記第１の無線通信方式を前記第１及び第２の移動局装置に割り当てることを特徴とする請求項４記載の通信制御装置。

【請求項１１】

前記スループット推定部は、前記第２の無線通信方式が割り当てられた前記第１の移動局装置が前記第１の無線通信方式で前記基地局装置と無線通信を行ったときの第３のスループットを推定し、さらに、前記第１の要求スループットに対する前記推定された第１のスループットの第１の比較結果に基づいて第１の評価値を算出し、前記第１の要求スループットに対する前記推定された第３のスループットの第２の比較結果に基づいて第２の評価値を算出し、

前記無線方式選択部は、前記第１の評価値と前記第２の評価値に基づいて、前記第１の移動局装置に対する無線通信方式を前記第２の無線通信方式から前記第１の無線通信方式へ変更するか否かを決定する

ことを特徴とする請求項２記載の通信制御装置。

【請求項１２】

前記スループット推定部は、前記第２の無線通信方式が割り当てられた前記第２の移動局装置が前記第１の無線通信方式で前記基地局装置と無線通信を行ったときの前記第１の移動局装置における第４のスループットと前記第２の移動局装置における第５のスループットを推定し、さらに、前記第１の要求スループットに対する前記推定された第１のスループットの第１の比較結果と、前記第２の要求スループットに対する前記推定された第２のスループットの第３の比較結果とに基づいて第３の評価値を算出し、前記第１の要求スループットに対する前記推定された第４スループットの第４の比較結果と、前記第２の要求スループットに対する前記推定された第５のスループットの第５の比較結果とに基づいて第４の評価値を算出し、

前記無線方式選択部は、前記第３の評価値と前記第４の評価値に基づいて、前記第２の移動局装置に対する無線通信方式を前記第２の無線通信方式から前記第１の無線通信方式へ変更するか否かを決定する

ことを特徴とする請求項６記載の通信制御装置。

【請求項１３】

前記スループット推定部は、前記第１及び第２の情報が前記第１及び第２の移動局装置において、スケジューリングによって無線通信を行う第２の無線通信方式で無線通信を行ったときの受信レベルをそれぞれ表すとき、前記受信レベルが低い前記第１の移動局装置

に対する前記第１のスループットから推定し、その後、前記第２の移動局装置に対する前記第２のスループットを推定し、
前記無線方式選択部は、前記第１の移動局装置から順に、前記第１及び第２の移動局装置に対して前記第１又は第２の無線通信方式を割り当てることを特徴とする請求項４記載の通信制御装置。
【請求項１４】
第１の移動局装置と、
基地局装置と、
通信制御装置を備える移動通信システムにおいて、
前記通信制御装置は、
前記第１の移動局装置から通知された第１の情報に基づいて前記第１の移動局装置が前記基地局装置と無線通信を行う際の第１のスループットを推定するスループット推定部と、
前記第１の移動局装置から通知された前記第１の移動局装置が要求する第１の要求スループットが前記推定された第１のスループットより小さいとき、キャリアセンスを用いて前記基地局装置と無線通信を行う第１の無線通信方式を前記第１の移動局装置に割り当てる無線方式選択部と、
前記割り当てた第１の無線通信方式に関する情報を前記第１の移動局装置へ通知する通知処理部とを備えることを特徴とする移動通信システム。
【請求項１５】
スループット推定部と無線方式選択部、及び通知処理部を有する通信制御装置における通信制御方法であって、
前記スループット推定部により、第１の移動局装置から通知された第１の情報に基づいて前記第１の移動局装置が基地局装置と無線通信を行う際の第１のスループットを推定し、
前記無線方式選択部により、前記第１の移動局装置から通知された前記第１の移動局装置が要求する第１の要求スループットが前記推定された第１のスループットより小さいとき、キャリアセンスを用いて前記基地局装置と無線通信を行う第１の無線通信方式を前記第１の移動局装置に割り当て、
前記通知処理部により、前記割り当てた第１の無線通信方式に関する情報を前記第１の移動局装置へ通知する
ことを特徴とする通信制御方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、通信制御装置、移動通信システム、及び通信制御方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
現在、端末装置を利用するユーザが多く集まるような場所では、ＬＴＥ（Long Term Evolution）などの無線アクセス方式だけではなく、無線ＬＡＮ（Wireless Local Area Network。以下では、「ＷＬＡＮ」と称する場合がある。）などの無線アクセス方式も利用可能となっている。この場合、ユーザ（又は端末装置）は、例えば、ＷＬＡＮを優先的して利用することが可能である。ＬＴＥからＷＬＡＮへの切り替え制御のことを、例えば、オフロードと称する場合がある。ＷＬＡＮへの切り替えにより、例えば、ＬＴＥシステムに対する負荷軽減を図り、ユーザにとってもＬＴＥ回線よりも低価格のＷＬＡＮ回線の利用により通信料金の支払いを少なくすることが可能となる。
【０００３】
他方、移動体通信事業者（ＭＮＯ：Mobile Network Operator）の回線や機能を利用してサービスの提供を行う仮想移動体通信事業者（ＭＶＮＯ：Mobile Virtual Network Operator）が急速に普及しつつある。仮想移動体通信事業者においても、ＬＴＥからＷＬＡ

Ｎへの切り替えによって、ＬＴＥ回線の利用機会が少なくなり、コスト削減を図ることも可能である。

【０００４】

このような移動通信に関する技術として、例えば、以下がある。すなわち、ＥＶ－ＤＯ（cdma 2000 n x evolution）通信部で測定されたＲＳＳＩ（Received Signal Strength Indicator）に対応するスループットと、ＷＬＡＮ通信部で測定されたＲＳＳＩに対応するスループットでスループットの高い方の通信部を使用して通信を行う無線端末がある。

【０００５】

この技術によれば、複数の無線通信システムに接続可能な構成において、スループットを向上させることが可能な無線端末を提供することができる、とされる。

【０００６】

また、使用中の通信システムのスループットに対応した第１の値と、切替可能な通信システムのスループットに対応した第２の値を導出し、第１及び第２の値に基づいて閾値を決定し、決定した閾値と伝送路品質に基づき他の通信システムへの変更を決定する端末装置がある。

【０００７】

この技術によれば、複数の無線通信システムのうち、伝送レートと安定性において適した無線通信システムに切り替えることができる、とされる。

【０００８】

さらに、遅延閾値に到達する前にターゲットビットレート以上速いビットレートで受信側に到達するデータ量の測定値であるオンタイムスループットのメトリックを評価し、該メトリックを最大化するようにエアインタフェースをＵＥに割り振るｅＮｏｄｅＢがある。

【０００９】

この技術によれば、基地局でサポートされる複数のＲＡＴのうち何れかのＲＡＴをＵＥに割り振る方法及びシステム等を提供することができる、とされる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【００１０】

【特許文献１】特開２００９－１０７５７号公報
【特許文献２】特開２００４－３５７２１３号公報
【特許文献３】特表２０１５－５２０５６１号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１１】

しかしながら、ＥＶ－ＤＯとＷＬＡＮの各通信部についてスループットの高い方を使用する技術やスループットに対応する値に基づいて決定した閾値を利用して他の通信システムへの変更を決定する技術は、いずれも、無線端末においてスループットの測定が行われている。無線端末においてスループットを測定後、他の通信システムへ切り替えを行うと、スループットを測定することなく切り替える場合と比較して切り替えに時間がかかってしまう。

【００１２】

上述したオンタイムスループットのメトリックを評価してエアインタフェースをＵＥに割り振る技術についても、ｅＮｏｄｅＢにおいてオンタイムスループットの測定が行われている。従って、この技術も、オンタイムスループットの測定時間により、エアインタフェースの切り替えに時間がかかる場合もある。

【００１３】

また、ＬＴＥからＷＬＡＮへの切り替えに関し、例えば、切り替え後のＷＬＡＮにおいてはＬＴＥよりもスループットが低くなる場合もある。スループットの低下により、端末装置はコンテンツなどの取得に時間がかかったり、或いは、ユーザによってはＷＬＡＮへ

のアクセスをしないように端末装置を設定したりする場合もある。
【００１４】
そこで、一開示は、移動局装置数が増加しても接続状況を良好に保つことが可能な通信制御装置、移動通信システム、及び通信制御方法を提供することにある。
【００１５】
また、一開示は、仮想移動体通信事業者におけるコスト削減が可能な通信制御装置、移動通信システム、及び通信制御方法を提供することにある。
【００１６】
さらに、一開示は、無線通信方式の切り替え時間を少なくさせることが可能な通信制御装置、移動通信システム、及び通信制御方法を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【００１７】
一開示は、通信制御装置において、第１の移動局装置から通知された第１の情報に基づいて前記第１の移動局装置が基地局装置と無線通信を行う際の第１のスループットを推定するスループット推定部と、前記第１の移動局装置から通知された前記第１の移動局装置が要求する第１の要求スループットが前記推定された第１のスループットより小さいとき、キャリアセンスを用いて前記基地局装置と無線通信を行う第１の無線通信方式を前記第１の移動局装置に割り当てる無線方式選択部と、前記割り当てた第１の無線通信方式に関する情報を前記第１の移動局装置へ通知する通知処理部とを備える。
【発明の効果】
【００１８】
一開示によれば、移動局装置数が増加しても接続状況を良好に保つことが可能な通信制御装置、移動通信システム、及び通信制御方法を提供することができる。
【００１９】
また、一開示によれば、仮想移動体通信事業者におけるコスト削減が可能な通信制御装置、移動通信システム、及び通信制御方法を提供することができる。
【００２０】
さらに、一開示によれば、無線通信方式の切り替え時間を少なくさせることが可能な通信制御装置、移動通信システム、及び通信制御方法を提供することができる。
【図面の簡単な説明】
【００２１】
【図１】図１は移動通信システムの構成例を表す図である。
【図２】図２は移動通信システムの構成例を表す図である。
【図３】図３（Ａ）は移動局装置の構成例、図３（Ｂ）はＬＴＥ基地局装置の構成例をそれぞれ表す図である。
【図４】図４（Ａ）はアクセスポイントの構成例、図４（Ｂ）は制御装置の構成例をそれぞれ表す図である。
【図５】図５は動作例を表すシーケンス図である。
【図６】図６は動作例を表すフローチャートである。
【図７】図７（Ａ）は受信レベルとスループットの関係例、図７（Ｂ）は総スループットと要求スループットの合計の関係例をそれぞれ表す図である。
【図８】図８（Ａ）から図８（Ｄ）は総スループットと要求スループットの合計の関係例を表す図である。
【図９】図９（Ａ）から図９（Ｄ）は総スループットと要求スループットの合計の関係例を表す図である。
【図１０】図１０（Ａ）から図１０（Ｄ）は総スループットと要求スループットの合計の関係例を表す図である。
【図１１】図１１（Ａ）は移動局装置、図１１（Ｂ）はＬＴＥ基地局装置又はアクセスポイントのハードウェア構成例をそれぞれ表す図である。
【図１２】図１２は制御装置のハードウェア構成例を表す図である。

【図１３】図１３は動作例を表すフローチャートである。
【図１４】図１４はユーザ数とスループットの関係例を表す図である。
【図１５】図１５は評価値の例を表す図である。
【図１６】図１６（Ａ）と図１６（Ｂ）は移動通信システムの構成例をそれぞれ表す図である。
【発明を実施するための形態】
【００２２】
以下、本発明を実施するための形態について説明する。なお、以下の実施例は開示の技術を限定するものではない。そして、各実施の形態は、処理内容を矛盾させない範囲で適宜組み合わせることが可能である。
【００２３】
また、本明細書で使用している用語や本明細書に記載した技術的内容は、３ＧＰＰやＩＥＥＥなどにおいて通信に関する規格として仕様書に記載された用語や技術的内容が適宜用いられてもよい。
【００２４】
［第１の実施の形態］
図１は本第１の実施の形態における移動通信システム１０の構成例を表している。移動通信システム１０は、第１の移動局装置１００－１、基地局装置３００、及び通信制御装置４００を備える。
【００２５】
第１の移動局装置１００－１は、例えば、例えば、フィーチャーフォン、スマートフォン、タブレット端末、パーソナルコンピュータ、ゲーム装置などの無線通信装置である。第１の移動局装置１００－１は、例えば、第１の無線通信方式を利用して基地局装置３００と無線通信が可能である。
【００２６】
通信制御装置４００は、スループット推定部４２０、無線方式選択部４３０、及び通知処理部４４０を備える。
【００２７】
スループット推定部４２０は、第１の移動局装置１００－１から通知された第１の情報に基づいて第１の移動局装置１００－１が基地局装置３００と無線通信を行う際の第１のスループットを推定する。第１の情報としては、例えば、第１の移動局装置１００－１が基地局装置３００と無線通信を行った際に基地局装置３００から送信された信号を受信したときの受信レベルがある。
【００２８】
無線方式選択部４３０は、第１の移動局装置１００－１から通知された第１の移動局装置１００－１が要求する第１の要求スループットが推定された第１のスループットより小さいとき、キャリアセンスを用いて基地局装置３００と無線通信を行う第１の無線通信方式を第１の移動局装置１００－２に割り当てる。第１の要求スループットは、例えば、第１の移動局装置１００－１がアプリケーションを実行する際に要求するスループットである。また、第１の無線通信方式としては、例えば、ＷＬＡＮなどがある。
【００２９】
通知処理部４４０は、割り当てた第１の無線通信方式に関する情報を第１の移動局装置１００－１へ通知する。
【００３０】
この場合、基地局装置３００では、推定された第１のスループットで第１の移動局装置１００－１と第１の無線通信方式により無線通信が可能である。他方、第１の移動局装置１００－１では第１の要求スループットでスループットを要求している。従って、基地局装置３００で通信可能な第１のスループットの範囲内に第１の要求スループットが収まっており、第１の移動局装置１００－１は第１の要求スループットで基地局装置３００と第１の無線通信方式で無線通信が可能である。

【００３１】
よって、通信制御装置４００は、第１の要求スループットが第１のスループットより小さいときは第１の移動局装置１００－１に対して第１の無線通信方式を割り当てるようにしている。これにより、例えば、第１の移動局装置１００－１では第１の要求スループットで第１の無線通信方式で無線通信が可能となり、第１の移動局装置１００－１の第１の無線通信方式による基地局装置３００との接続状況を良好に保つことができる。
【００３２】
また、例えば、第１の無線通信方式とは異なるＬＴＥなど、スケジューリング方式による第２の無線通信方式を利用する場合、仮想移動体通信事業者は第１の無線通信方式より高い使用料金を支払う場合がある。しかし、本第１の実施の形態では、第１の移動局装置１００－１に対して第１の無線通信方式を割り当てるようにしているため、仮想移動体通信事業者は第１の無線通信方式の使用料金の支払いをしなくてもすむため、コスト削減を図ることも可能である。
【００３３】
さらに、本第１の実施の形態では、通信制御装置４００により、第１の無線通信方式が選択されて、第１の移動局装置１００－１へ通知されるようになされている。第１の移動局装置１００－１では通知された情報に基づいて第１の無線通信方式に切り替えて無線通信を行えばよい。従って、第１の移動局装置１００－１で第１の無線通信方式による無線通信が行われた後、通信制御装置４００で第１の無線通信方式の選択が行われる場合と比較して、本第１の実施の形態では、選択前に第１の無線通信方式による無線通信が行われない。従って、本第１の実施の形態では、無線通信方式の切り替え時間を少なくさせることが可能となる。
【００３４】
さらに、図１の点線で示されるように、通信制御装置４００は、さらに第２の移動局装置１００－２から第２の情報と第２の要求スループットを受信する場合がある。この場合、スループット推定部４２０では、第１の要求スループット第２の要求スループットの合計スループット（又は総スループット）を算出する。無線方式選択部４３０は、第１の要求スループットと第２の要求スループットの合計が総スループットより小さいとき、第２の移動局装置１００－２に第１の無線通信方式を割り当てる。
【００３５】
この場合も、総スループットの範囲内に要求スループットの合計が収まっているため、このような場合に第１の無線通信方式が割り当てられても、第１及び第２の移動局装置１００－１，１００－２は、要求したスループットで基地局装置３００と無線通信が可能となる。
【００３６】
従って、本移動通信システム１０では、移動局装置数が増加しても、移動局装置に対する接続状況を良好に保つことが可能となる。
【００３７】
［第２の実施の形態］
次に第２の実施の形態について説明する。
【００３８】
＜移動通信システムの構成例＞
図２は本第２の実施の形態における移動通信システム１０の構成例を表す図である。なお、図２に示す移動通信システム１０では、ＬＴＥによる第１の無線通信方式と、ＷＬＡＮによる第２の無線通信方式の２つの無線通信方式を例にして説明する。
【００３９】
第１の無線通信方式の例としては、ＬＴＥ以外にも、ＬＴＥ－ＡｄｖａｎｃｅｄやＷ－ＣＤＭＡ（Wideband Code Division Multiple Access）、或いは、３Ｇ（3th Generation Mobile Networks or 5the Generation Wireless System）や５Ｇ（5th Generation Mobile Networks or 5the Generation Wireless System）でもよい。第１の無線通信方式は、

例えば、ＬＴＥ基地局２００－１においてスケジューリングを行い、スケジューリング結果に従って無線通信を行う方式である。

【００４０】

一方、第２の無線通信方式の例としては、例えば、ＷＬＡＮがある。ＷＬＡＮの一例として、ＷｉＦｉやＢｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）などがある。ＷｉＦｉは、例えば、ＷｉＦｉ－Ａｌｌｉａｎｃｅによって認定されたＷＬＡＮの規格であって、ＩＥＥＥ（Institute of Electrical and Electronic Engineers）８０２．１１規格が利用される。ＷｉＦｉとＷＬＡＮを区別しない場合もある。また、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈは、例えば、ＩＥＥＥ８０２．１５．１規格が利用される。第２の無線通信方式は、例えば、キャリアセンスを利用して無線通信を行う方式である。キャリアセンスは、例えば、移動局１００－１～１００－４やアクセスポイント３００－１において、周波数の利用状況を検知し、同一周波数で複数の搬送波（又はキャリア）が送信されないようにする通信方式である。キャリアセンスの例として、例えば、ＣＳＭＡ／ＣＡ（Carrier Sense Multiple Access/Collision Access：搬送波感知多重アクセス／衝突回避方式）やＣＳＭＡ／ＣＤ（Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection：搬送波感知多重アクセス／衝突検出方式）などがある。ＣＳＭＡ／ＣＡなどは、例えば、キャリアセンスとキャリアの衝突回避手順を組み合わせた方式となっている。

【００４１】

図２に示すように、移動通信システム１０は、移動局装置（ＭＮ（Mobile Node）＃１～ＭＮ＃４）１００－１～１００－４と、ＬＴＥ基地局装置（ｅＮＢ（evolved Node B）＃１）２００－１、アクセスポイント（ＡＰ（Access Point）＃１）３００－１を備える。また、移動通信システム１０は、通信制御装置４００とコンテンツサーバ５００を備える。

【００４２】

なお、移動局装置１００－１は、例えば、第１の実施の形態における第１の移動局装置１００－１に対応する。また、移動局装置１００－２は、例えば、第１の実施の形態における第２の移動局装置１００－２に対応する。さらに、アクセスポイント３００－１は、例えば、第１の実施の形態における基地局装置３００に対応する。さらに、通信制御装置４００は、例えば、第１の実施の形態における通信制御装置４００に対応する。

【００４３】

また、以下においては、移動局装置１００－１～１００－４を移動局１００－１～１００－４、ＬＴＥ基地局装置２００－１をＬＴＥ基地局２００－１、通信制御装置４００を制御装置４００とそれぞれ称する場合がある。

【００４４】

移動局１００－１～１００－４は、例えば、フィーチャーフォン、スマートフォン、タブレット端末、パーソナルコンピュータ、ゲーム装置などの無線通信装置である。移動局１００－１～１００－４は、ＬＴＥとＷＬＡＮの２つの無線通信方式を利用して無線通信が可能となっている。従って、移動局１００－１～１００－４は、ＬＴＥ基地局２００－１とＬＴＥを利用して無線通信を行い、コンテンツを取得することが可能である。また、移動局１００－１～１００－４は、アクセスポイント３００－１とＷＬＡＮを利用して無線通信を行い、コンテンツを取得することが可能である。なお、移動局１００－１～１００－４は、通話サービスやＷｅｂ閲覧サービスなど種々のサービスの提供を受けることも可能である。

【００４５】

ＬＴＥ基地局２００－１とアクセスポイント３００－１は、例えば、自局のサービス提供可能範囲（又は通信可能範囲）において移動局１００－１～１００－４に対してサービスを提供することが可能な基地局装置であり、無線通信装置でも。ＬＴＥ基地局２００－１は、ＬＴＥによる無線通信方式を利用して移動局１００－１～１００－４と無線通信を行い、アクセスポイント３００－１は、ＷＬＡＮによる無線通信方式を利用して移動局１００－１～１００－４と無線通信を行う。なお、図２の例では、ＬＴＥ基地局２００－１

は移動局１００－１，１００－２と無線通信を行い、アクセスポイント３００－１は移動局１００－３，１００－４と無線通信を行っている例を表している。

【００４６】

制御装置４００は、例えば、移動局１００－１～１００－４から通知された情報に基づいて、各移動局１００－１～１００－４のスループットを推定する。そして、制御装置４００は、移動局１００－１～１００－４から通知された要求スループットの合計と推定したスループットの合計に基づいて、各移動局１００－１～１００－４に対してＷＬＡＮを割り当てるか、ＬＴＥを割り当てるかを決定する。制御装置４００は、割り当て結果を各移動局１００－１～１００－４へ通知する。割り当ての詳細は動作例で説明する。

【００４７】

コンテンツサーバ５００は、例えば、移動局１００－１～１００－４から送信された配信要求に応じて、移動局１００－１～１００－４に対してコンテンツを配信する。コンテンツサーバ５００は、例えば、ＨＤＤ（Hard Disk Drive）などの大容量記憶媒体にコンテンツを記憶しており、当該配信要求に応じて、記憶媒体からコンテンツに関するデータを読み出して配信することが可能となっている。

【００４８】

なお、図２に示す移動通信システム１０の例では、移動局１００－１～１００－４は４台の例を示しているが、１台でもよいし、複数台でもよい。ＬＴＥ基地局２００－１やアクセスポイント３００－１についても複数台でもよい。

【００４９】

以下においては、とくに断らない限り、各移動局１００－１～１００－４を移動局１００、ＬＴＥ基地局２００－１をＬＴＥ基地局２００、アクセスポイント３００－１をアクセスポイント３００と称する場合がある。以降においては、移動局１００、ＬＴＥ基地局２００、アクセスポイント３００、制御装置４００の各構成例について説明する。

【００５０】

＜移動局の構成例＞

図３（Ａ）は移動局１００の構成例を表す図である。移動局１００は、通知情報処理部１１０、アプリケーション処理部１２０、ＬＴＥ送受信部１３０、ＷＬＡＮ送受信部１４０、及びアンテナ１３１，１４１を備える。

【００５１】

通知情報処理部１１０は、例えば、受信レベルと要求スループットなどを、アプリケーション処理部１２０から収集し、収集した受信レベルと要求スループットなどを通知情報として、制御装置４００へ向けて通知する。

【００５２】

アプリケーション処理部１２０は、例えば、コンテンツの配信要求を生成して、生成した配信要求をコンテンツサーバ５００へ向けて送信し、コンテンツサーバ５００から取得したコンテンツに対する処理などを行う。また、アプリケーション処理部１２０は、例えば、ＬＴＥ基地局２００やアクセスポイント３００から送信された無線信号の受信レベルを測定する。受信レベルとしては、例えば、受信信号の受信電力やＲＳＳＩ（Received Strength Indicator：受信信号強度）などがある。受信レベルには、移動局１００においてアクセスポイント３００から送信された信号を受信したときのＷＬＡＮの受信レベルがある。或いは、受信レベルには、当該ＷＬＡＮの受信レベルと、移動局１００においてＬＴＥ基地局２００から送信された信号を受信したときのＬＴＥの受信レベルの２つの受信レベルもある。

【００５３】

また、アプリケーション処理部１２０は、当該アプリケーション処理部１２０で実行するアプリケーションに基づいて要求スループットを取得する。要求スループットとしては、例えば、ＳＮＳ（Social Networking Service：）に対応する要求スループットや、コンテンツを視聴する場合の要求スループットなど、アプリケーションに応じた要求スループットであってよい。要求スループットは、例えば、移動局１００内のメモリに記憶され

ており、アプリケーション処理部１２０が当該アプリケーションを実行する際に適宜読み出すようになっていてもよい。

【００５４】

ＬＴＥ送受信部１３０は、ＬＴＥによる無線通信方式を利用して、ＬＴＥ基地局２００との間で無線信号を送信したり受信したりする。この場合、ＬＴＥ送受信部１３０は、ＬＴＥ基地局２００から受信した制御信号に含まれるスケジューリング結果に従って、誤り訂正符号化処理や変調処理などを行い、アプリケーション処理部１２０から受け取った情報や要求などを無線信号へ変換する。ＬＴＥ送受信部１３０は、変換後の無線信号をアンテナ１３１へ出力する。また、ＬＴＥ送受信部１３０は、スケジューリング結果に従って、アンテナ１３１から受け取った無線信号に対して、変調処理や誤り訂正復号化処理などを行って、自局宛のコンテンツに関するデータなどを抽出する。ＬＴＥ送受信部１３０は、抽出したデータなどをアプリケーション処理部１２０へ出力する。

【００５５】

アンテナ１３１は、ＬＴＥ送受信部１３０から受け取った無線信号をＬＴＥ基地局２００へ送信する。また、アンテナ１３１は、ＬＴＥ基地局２００から送信された無線信号を受信して、受信した無線信号をＬＴＥ送受信部１３０へ出力する。

【００５６】

ＷＬＡＮ送受信部１４０は、ＷＬＡＮによる無線通信方式を利用して、アクセスポイント３００との間で無線信号を送信したり受信したりする。例えば、ＷＬＡＮ送受信部１４０は、ＣＳＭＡ／ＣＡなどのキャリアセンスを行って、ランダムなバックオフ時間の間に受信信号を検知しないとき、アンテナ１４１を介してアクセスポイント３００との間で無線信号を送信や受信を行う。この場合、ＷＬＡＮ送受信部１４０は、バックオフ時間に受信信号を検知したときは、所定時間待ってから、無線信号の送信や受信を行う。無線信号の送信の際は、例えば、ＷＬＡＮ送受信部１４０はアプリケーション処理部１２０から受け取った情報や要求などに対して誤り訂正符号化処理や変調処理などを施して無線信号へ変換し、変換後の無線信号をアンテナ１４１へ出力する。また、無線信号の受信の際は、例えば、ＷＬＡＮ送受信部１４０はアンテナ１４１から受け取った無線信号に対して復調処理や誤り訂正復号化処理などを施して無線信号からコンテンツに関するデータなどを抽出し、アプリケーション処理部１２０へ出力する。

【００５７】

アンテナ１４１は、ＷＬＡＮ送受信部１４０から受け取った無線信号をアクセスポイント３００へ送信する。また、アンテナ１４１は、アクセスポイント３００から送信された無線信号を受信し、受信した無線信号をＷＬＡＮ送受信部１４０へ出力する。

【００５８】

本第２の実施の形態においては、移動局１００－１～１００－４は、ＷＬＡＮが割り当てられたのか又はＬＴＥが割り当てられたのかを示す割り当て結果に関する情報を、制御装置４００からＬＴＥ基地局２００又はアクセスポイント３００を介して受信する。そして、移動局１００－１～１００－３は、当該情報に応じて、ＬＴＥからＷＬＡＮへの切り替えを行うことが可能となる。なお、３ＧＰＰでは、オフロードの目的で、ＬＴＥからＷＬＡＮへ切り替えるについての規定がある（例えば、３ＧＰＰ　ＴＳ２３．２３４　Ｖ８．０．０）。

【００５９】

＜ＬＴＥ基地局の構成例＞

図３（Ｂ）はＬＴＥ基地局２００の構成例を表す図である。ＬＴＥ基地局２００は、アンテナ２０１、ＬＴＥ送受信部２１０、通信処理部２２０、及びネットワーク送受信部２３０を備える。

【００６０】

アンテナ２０１は、ＬＴＥ送受信部２１０から受け取った無線信号を移動局１００へ送信する。また、アンテナ２０１は、移動局１００から送信された無線信号を受信し、受信した無線信号をＬＴＥ送受信部２１０へ出力する。

【００６１】
ＬＴＥ送受信部２１０は、スケジューリング結果に従って、通信処理部２２０から受け取ったコンテンツに関するデータなどに対して、誤り訂正符号化処理や変調処理などを施して、無線信号へ変換し、変換後の無線信号をアンテナ２０１へ出力する。また、ＬＴＥ送受信部２１０は、スケジューリング結果に従って、無線信号に対して復調処理や誤り訂正復号化処理を施して、無線信号から情報や要求などを抽出し、抽出した情報や要求などを通信処理部２２０へ出力する。
【００６２】
通信処理部２２０は、例えば、ＬＴＥによる無線通信に関してスケジューリングを行い、スケジューリング結果を含む制御信号を生成する。通信処理部２２０は、生成した制御信号を、ＬＴＥ送受信部２１０などを介して移動局１００へ送信する。また、通信処理部２２０は、ＬＴＥ送受信部２１０から受け取った情報や要求などをネットワーク送受信部２３０へ出力する。さらに、通信処理部２２０は、ネットワーク送受信部２３０から受け取ったコンテンツに関するデータなどをＬＴＥ送受信部２１０へ出力する。
【００６３】
ネットワーク送受信部２３０は、例えば、制御装置４００との間でパケットデータを交換する。すなわち、ネットワーク送受信部２３０は、例えば、通信処理部２２０から受け取った情報や要求などに対して、これらを含むパケットデータを生成し、生成したパケットデータを制御装置４００へ送信する。また、ネットワーク送受信部２３０は、例えば、制御装置４００から送信されたパケットデータを受信し、受信したパケットデータから情報や要求などを抽出し、抽出した情報や要求などを通信処理部２２０へ出力する。
【００６４】
＜アクセスポイントの構成例＞
図４（Ａ）はアクセスポイント３００の構成例を表す図である。アクセスポイント３００は、アンテナ３０１、ＷＬＡＮ送受信部３１０、通信処理部３２０、及びネットワーク送受信部３３０を備える。
【００６５】
アンテナ３０１は、ＷＬＡＮ送受信部３１０から受け取った無線信号を移動局１００へ送信する。また、アンテナ３０１は、移動局１００から送信された無線信号を受信し、受信した無線信号をＷＬＡＮ送受信部３１０へ出力する。
【００６６】
ＷＬＡＮ送受信部３１０は、例えば、ＣＳＭＡ／ＣＡなどのキャリアセンスを行って、ランダムなバックオフ時間の間に受信信号を検知しないとき、アンテナ３０１を介して移動局１００との間で無線信号を送信や受信を行う。この場合、ＷＬＡＮ送受信部３１０は、バックオフ時間に受信信号を検知したときは、所定時間経過後、配下の全移動局１００へＡｃｋ（肯定応答）信号を送信するなどの処理を行う。そして、無線信号の送信の際は、例えば、ＷＬＡＮ送受信部３１０は通信処理部３２０から受け取ったコンテンツに関するデータなどに対して変調処理などを施して無線信号へ変換し、変換後の無線信号をアンテナ３０１へ出力する。また、無線信号の受信の際は、例えば、ＷＬＡＮ送受信部３１０はアンテナ３０１から受け取った無線信号に対して復調処理などを施して無線信号から情報や要求などを抽出し、通信処理部３２０へ出力する。
【００６７】
通信処理部３２０は、ＷＬＡＮ送受信部３１０から受け取った情報や要求などをネットワーク送受信部３３０へ出力する。また、通信処理部３２０は、ネットワーク送受信部３３０から受け取ったコンテンツに関するデータなどをＷＬＡＮ送受信部３１０へ出力する。
【００６８】
ネットワーク送受信部３３０は、例えば、制御装置４００との間でパケットデータを交換する。すなわち、ネットワーク送受信部３３０は、例えば、通信処理部３２０から受け取った情報や要求などに対して、これらを含むパケットデータを生成し、生成したパケッ

トデータを制御装置４００へ送信する。また、ネットワーク送受信部３３０は、例えば、制御装置４００から送信されたパケットデータを受信し、受信したパケットデータからコンテンツに関するデータなどを抽出し、抽出したデータなどを通信処理部３２０へ出力する。

【００６９】

＜制御装置の構成例＞

図４（Ｂ）は制御装置４００の構成例を表す図である。制御装置４００は、移動局情報処理部（以下、「情報処理部」と称する場合がある）４１０、スループット推定部４２０、無線方式選択部４３０、移動局通知処理部（以下、「通知処理部」と称する場合がある）４４０を備える。また、制御装置４００は、スループット制御部４５０、トラヒック監視部４６０、スループット情報処理部４７０、及びデータ記憶部４８０を備える。

【００７０】

情報処理部４１０は、ＬＴＥ基地局２００やアクセスポイント３００から送信されたパケットデータを受信し、受信したパケットデータから、移動局１００から通知された情報を抽出する。当該情報としては、例えば、受信レベル、要求スループットなどがある。情報処理部４１０は、例えば、各移動局１００から通知された要求スループットの合計を計算してもよい。情報処理部４１０は、各移動局１００から集計した情報をスループット推定部４２０へ出力する。

【００７１】

スループット推定部４２０は、例えば、移動局１００におけるＷＬＡＮの受信レベルに基づいて、移動局１００のスループットを推定する。そして、スループット推定部４２０は、例えば、推定した各移動局１００のスループットの合計を算出する。算出したスループットは、例えば、アクセスポイント３００に対する総スループットとなっている。以下では、推定したスループットの合計を、例えば、総スループットと称する場合がある。総スループットの算出方法などは動作例で説明する。スループット推定部４２０は、総スループットや情報処理部４１０から受け取った要求スループットの合計などを無線方式選択部４３０へ出力する。

【００７２】

無線方式選択部４３０は、例えば、各移動局１００－１，１００－２，…から通知された各移動局１００－１，１００－２，…における要求スループットの合計が、スループット推定部４２０で推定された総スループットを超えないとき、ＷＬＡＮによる無線通信方式を各移動局１００－１，１００－２，…に割り当てる。一方、無線方式選択部４３０は、例えば、各移動局１００－１，１００－２，…から通知された各移動局１００－１，１００－２，…における要求スループットの合計が、スループット推定部４２０で推定されたスループットを超えるとき、超える部分の移動局１００に対してはＬＴＥによる無線通信方式を該移動局１００に割り当てる。無線方式選択部４３０においてどのように無線通信方式を選択するかについては動作例で更に説明する。

【００７３】

通知処理部４４０は、例えば、無線方式選択部４３０により割り当てた無線通信方式に関する情報を移動局１００へ通知する。

【００７４】

スループット制御部４５０は、無線方式選択部４３０から要求スループットを受け取り、当該要求スループットに応じたスループットで無線通信が行われるようにＬＴＥ基地局２００とアクセスポイント３００を制御する。例えば、スループット制御部４５０は、ＬＴＥ基地局２００とアクセスポイント３００に対して要求スループットに関する情報を通知し、当該スループットで無線通信が行われるよう指示する。

【００７５】

トラヒック監視部４６０は、各移動局１００のトラヒック状態を監視し、通信品質が要求スループットに対して十分であるか否かを測定する。例えば、トラヒック監視部４６０は、スループット制御部４５０から要求スループットを受け取り、移動局１００で測定さ

れ、移動局１００から送信された品質情報を受け取り、要求スループットと品質情報を比較することで測定する。

【００７６】

スループット情報処理部４７０は、トラヒック監視部４６０から受け取った測定結果を判定し、判定結果に基づいて、データ記憶部４８０に記憶されたデータなどを調整し、調整後のデータなどをデータ記憶部４８０に記憶する。以後は、スループット推定部４２０は、調整後のデータなどに基づいて、スループットを推定する。

【００７７】

データ記憶部４８０は、例えば、メモリなどであって、スループット推定に用いられるデータなどを記憶する。

【００７８】

＜動作例＞

次に動作例を説明する。図５は移動通信システム１０全体のシーケンス例を表す図である。また、図６は制御装置４００における動作例を表すフローチャートである。最初に全体のシーケンス例について説明し、次に、制御装置４００における動作例を説明する。

【００７９】

＜全体動作例＞

図５に示すように、各移動局１００－１～１００－３は、情報を制御装置４００へ通知する（Ｓ１０～Ｓ１３）。情報としては、上述したように、受信レベルと要求スループットなどがある。各移動局１００－１～１００－３は、ＬＴＥ基地局２００を介して通知してもよいし、アクセスポイント３００を介して通知してもよい。

【００８０】

制御装置４００は、受信した情報に基づいて、各移動局１００－１～１００－３に対してＷＬＡＮかＬＴＥのどちらを割り当てるのかを判定し、割り当てた無線通信方式に関する情報を各移動局１００－１～１００－３へ通知する（Ｓ１３～Ｓ１５）。図５の例では、制御装置４００は、移動局１００－２に対してＷＬＡＮ、移動局１００－１，１００－３に対してＬＴＥを割り当てて、ＷＬＡＮに関する情報を移動局１００－２へ、ＬＴＥに関する情報を移動局１００－１，１００－３へそれぞれ通知する。

【００８１】

移動局１００－２では、例えば、ＬＴＥからＷＬＡＮへの切り替えを行い、コンテンツサーバ５００から送信されたコンテンツを、アクセスポイント３００を介して受信する（Ｓ１７）。移動局１００－２について、ＷＬＡＮを継続して利用しているときは、とくに切り替えを行うことなく、そのまま継続してＷＬＡＮを利用すればよい。

【００８２】

一方、移動局１００－１，１００－３は、例えば、ＷＬＡＮからＬＴＥへの切り替えを行い、コンテンツサーバ５００から送信されたコンテンツを、ＬＴＥ基地局２００を介して受信する（Ｓ１６，Ｓ１８）。移動局１００－１，１００－３について、ＬＴＥを継続して利用しているときは、とくに切り替えを行うことなく、そのまま継続してＬＴＥを利用すればよい。

【００８３】

＜制御装置の動作例＞

図６に示すように、制御装置４００は、処理を開始すると（Ｓ３０）、処理順を決定する（Ｓ３１）。例えば、以下の処理が行われる。すなわち、情報処理部４１０は、複数の移動局１００－１，１００－２，…から複数の情報を取得すると、取得した情報をスループット推定部４２０へ出力する。スループット推定部４２０は、各移動局１００－１，１００－２，…に対して、処理の順番を決定する。順番は、ＷＬＡＮの受信レベルの高い順としたり、ＬＴＥの受信レベルの高い順としたり、要求スループットの高い順としてもよい。順番によっては、ＷＬＡＮを割り当てる移動局１００－１，１００－２，…がどの移動局になるのか変わる場合もある。詳細については後述する。ここでは、スループット推定部４２０はＷＬＡＮの受信レベルの高い順に、移動局１００－１、移動局１００－２、

移動局１００－３、…とその順番を決定する。

【００８４】

次に、制御装置４００は、ｉ＝１、ｎ＝１を代入する。例えば、ｉは処理の順番を示し、ｎはＷＬＡＮを割り当てた移動局１００の数を表している。

【００８５】

次に、制御装置４００は、処理順がｉ番目までの各移動局１００－１，…，１００－ｉに対して受信レベルからスループットを推定する（Ｓ３３）。例えば、スループット推定部４２０は、予め実測した受信レベルとスループットの関係を示す対応テーブルに基づいてスループットを推定してもよい。このような対応テーブルはデータ記憶部４８０に記憶されてもよい。或いは、スループット推定部４２０は、例えば、以下の式（１）を用いて、各移動局１００－１，…，１００－ｉのスループットを推定してもよい。

【００８６】

【数１】

$$T=\left(\sum_{i}^{n}\frac{1}{f(L_i)}\right)^{-1} \quad \cdots (1)$$

【００８７】

式（１）において、L_iはｉ番目の移動局１００－ｉの受信レベルを表している。また、ｆ（L_i）は、例えば、図７（Ａ）などの関係から推定した移動局１００－ｉ単独のスループットを表している。

【００８８】

図７（Ｂ）は、ｉ＝３の場合のスループットの例などを表す図である。図７（Ｂ）に示す例を用いて式（１）を説明する。スループット推定部４２０は、移動局（ＭＮ＃１）１００－１の受信レベルに基づいて、図７（Ａ）などからスループットｆ（L_1）を算出すると、「１Ｍｂｐｓ」となった。同様に、移動局（ＭＮ＃２）１００－２のスループットｆ（L_2）は「０．５Ｍｂｐｓ」、移動局（ＭＮ＃３）１００－３のスループットｆ（L_3）は「２Ｍｂｐｓ」となった。この場合、式（１）を用いてスループットＴを算出すると、

Ｔ＝（１／１＋１／０．５＋１／２）$^{-1}$＝（７／２）$^{-1}$＝（２／７）　０．３

を得る。従って、各移動局１００－１～１００－３に対する推定スループットＴは、例えば、「０．３Ｍｂｐｓ」となる。

【００８９】

式（１）は、例えば、同一のアクセスポイント３００－１に対して配下の全移動局１００が送受信可能なデータのスループットを表している。例えば、移動局１００－１～１００－３はスループットを「０．３Ｍｂｐｓ」とすることで、移動局１００－１～１００－３はアクセスポイント３００－１とＷＬＡＮによる無線通信を行うことが可能となる。

【００９０】

ＷＬＡＮなどのキャリアセンスを利用した無線通信方式では、同一のアクセスポイント３００配下の移動局１００はいずれも同じ程度のスループットとなり、そのスループットは最も受信レベルの小さい（通信品質の最も悪い）移動局１００により決定されることが知られている（例えば、“Performance Anomaly of 802.11b”, IEEE INFOCOM 2003参照）。式（１）についても、例えば、このような考え方に基づくものとなっている。

【００９１】

なお、ｉ＝１の場合、移動局（ＭＮ＃１）１００－１のスループット「１Ｍｂｐｓ」を式（１）に代入すると、スループットＴ＝１となる。ｉ＝１の場合でも、式（１）によってスループットＴが算出可能となっている。

【００９２】

図６に戻り、次に、制御装置４００は総スループットを算出する（Ｓ３４）。スループット推定部４２０は、例えば、以下の式（２）を用いて総スループットT_{AP}を算出する

。

【００９３】

【数２】

$$T_{AP} = nT \quad \cdots (2)$$

【００９４】

図７（Ｂ）の例では、スループット推定部４２０は、推定した各移動局１００－１～１００－３のスループット「０．３Ｍｂｐｓ」を全て加算して、総スループットＴ$_{ＡＰ}$＝０．９Ｍｂｐｓを得る。総スループットＴ$_{ＡＰ}$は、例えば、アクセスポイント３００－１配下の全移動局１００－１～１００－３とＷＬＡＮによる無線通信を行う場合に、アクセスポイント３００－１における総スループットを表している。

【００９５】

なお、ｉ＝１の場合、スループット推定部４２０は、式（２）から、総スループットＴ$_{ＡＰ}$＝Ｔとなり、Ｓ３３で推定したスループットが総スループットＴ$_{ＡＰ}$となる。

【００９６】

次に、制御装置４００は、総スループットＴ$_{ＡＰ}$は要求スループットの合計よりも大きいか否かを判別する（Ｓ３５）。例えば、スループット推定部４２０は、以下の式（３）を用いて判別する。

【００９７】

【数３】

$$T_{AP} > \sum_{i}^{R} R_i \quad \cdots (3)$$

【００９８】

ここで、Ｒ$_{ｉ}$は、ｉ番目の移動局１００－ｉがＬＴＥ又はＷＬＡＮを利用してサービスの提供を受ける場合の要求スループットを表している。

【００９９】

図７（Ｂ）の例では、総スループットＴ$_{ＡＰ}$＝０．９Ｍｂｐｓ、移動局１００－１～１００－３の要求スループットの合計は「０．５２Ｍｂｐｓ」となっている。従って、総スループットＴ$_{ＡＰ}$は、要求スループットの合計よりも大きい。この場合、アクセスポイント３００－１においては、配下の全移動局１００－１～１００－３とＷＬＡＮによる無線通信を行う場合、全体として「０．９Ｍｂｐｓ」のスループットの能力がある。この範囲内に、移動局１００－１～１００－３の要求スループットの合計「０．９Ｍｂｐｓ」が収まるときは、アクセスポイント３００－１は、移動局１００－１～１００－３の要求スループットを満たすスループットでＷＬＡＮによる無線通信が可能となる。従って、制御装置４００は、移動局１００－１～１００－３に対してＷＬＡＮを割り当てても、移動局１００－１～１００－３は要求スループットでＷＬＡＮによる無線通信が可能となる。

【０１００】

図６に戻り、よって、制御装置４００は、総スループットＴ$_{ＡＰ}$が要求スループットの合計よりも大きいとき（Ｓ３５でＹｅｓ）、ｉ番目の移動局１００－ｉに対してＷＬＡＮを割り当てる（Ｓ３６）。或いは、制御装置４００は、要求スループットの合計が総スループットＴ$_{ＡＰ}$より小さく総スループットＴ$_{ＡＰ}$の範囲内にあるとき、ｉ番目の移動局１００－ｉに対してＷＬＡＮを割り当てる（Ｓ３６）。そして、制御装置４００は、例えば、ｎをインクリメントして（Ｓ３８）、Ｓ３９へ処理を移行させる。

【０１０１】

一方、図７（Ｂ）の例で、移動局１００－３の要求スループットが「１Ｍｂｐｓ」の場合を考える。この場合、総スループットＴ$_{ＡＰ}$＝０．９Ｍｂｐｓは、要求スループットの合計「１．０２Ｍｂｐｓ」以下となる。この場合、アクセスポイント３００－１は全体として「０．９Ｍｂｐｓ」のスループットの能力があるものの、全移動局１００－１～１００－３の要求スループット「１．０２ｂｐｓ」を満たすスループットで全移動局１００－

１～１００－３と無線通信を行うことができない。例えば、移動局１００－１と移動局１００－２に対してＷＬＡＮが割り当てられている場合、制御装置４００は、更に、移動局１００－３にＷＬＡＮを割り当てても、アクセスポイント３００は全移動局１００－１～１００－３とＷＬＡＮによる無線通信を行うことができない。よって、無線方式選択部４３０は、移動局１００－３に対してはＬＴＥを割り当て、アクセスポイント３００におけるスループットを確保させることが可能となる。

【０１０２】

図６に戻り、よって、制御装置４００は、総スループットT_{AP}が要求スループットの合計以下のとき（Ｓ３５でＮｏ）、ｉ番目の移動局１００－ｉに対してＬＴＥを割り当てる（Ｓ３７）。或いは、制御装置４００は、要求スループットの合計が総スループットT_{AP}の範囲と同じかその範囲を超えるとき、ｉ番目の移動局１００－ｉに対してＬＴＥを割り当てる。そして、制御装置４００は処理をＳ３９へ移行させる。

【０１０３】

なお、ｉ＝１のとき、上述したように、総スループットT_{AP}が推定スループットＴとなる。従って、制御装置４００は、移動局１００の要求スループットが総スループットより小さいとき（Ｓ３５でＹｅｓ）、移動局１００にＷＬＡＮを割り当てる（Ｓ３６）。一方、制御装置４００は、移動局１００の要求スループットが総スループット以上のとき（Ｓ３５でＮｏ）、移動局１００に対してＬＴＥを割り当てる。

【０１０４】

Ｓ３９において、制御装置４００は、ｉが全移動局数Ｎより小さいか否かを判別し、小さいとき（Ｓ３９でＹｅｓ）、ｉに「１」を加算し（Ｓ４１）、Ｓ３３へ処理を移行させ、上述した処理を繰り返す。

【０１０５】

なお、図６に示す処理は、例えば、一定期間毎に行われてもよいし、新規の移動局１００から接続要求を制御装置４００が受信したときに行われてもよい。前者の場合は、制御装置４００は図６に示すフローチャートを最初から行ってもよいし、後者の場合は、制御装置４００は、全移動局数Ｎを更新して、新規の当該移動局１００に対してＳ３３からＳ３９までの処理を行うようにしてもよい。

【０１０６】

＜処理順について＞

処理順（例えば図６のＳ３１）について説明する。処理順については、３つの場合がある。１番目は、ＷＬＡＮの受信レベルの高い順である。２番目は、要求スループット（又は要求レート）の高い順である。３番目は、ＬＴＥの受信レベルの高い順である。

【０１０７】

図８（Ａ）から図８（Ｄ）は、１番目（ＷＬＡＮの受信レベルの高い順に無線通信方式の割り当てが行われる場合）の例を表す図である。

【０１０８】

例えば、ユーザｉ（又は移動局１００－ｉ）のＷＬＡＮの受信レベルをL_iとし、

$L_1 > L_2 > L_3 > \cdots > L_N$

となっているとき、制御装置４００は移動局１００－１、移動局１００－２、…、１００－Ｎの順で、割り当ての処理を行う。

【０１０９】

図８（Ａ）に示すように、移動局１００－１については、総スループットは移動局１００－１の受信レベルL_1に基づく推定スループットとなる（例えば図６のＳ３４）。受信レベルL_1は他の移動局１００の受信レベルと比較して最も大きいため、移動局１００－１の推定スループットは他の移動局と比較して最も大きい。従って、受信レベルＬの高い順で処理を行うことで、総スループット（推定スループットの総和）をなるべく大きくなるようにすることが可能となる。

【０１１０】

図８（Ａ）から図８（Ｄ）の例では、移動局１００－１～１００－３までは総スループ

ットの範囲内に要求スループットが収まっているため、制御装置４００は移動局１００－１～１００－３に対してＷＬＡＮを割り当てる（例えば図６のＳ３５でＹｅｓ、Ｓ３６）。他方、制御装置４００は、移動局１００－４まで処理を行うと、要求スループットの合計が総スループットの範囲を超えるため（例えば図６のＳ３５でＮｏ，Ｓ３７）、移動局１００－４に対してＬＴＥを割り当てている。

【０１１１】

図９（Ａ）から図９（Ｄ）の例は、２番目（要求スループットの順で処理を行う場合）の例を表す図である。ユーザｉ（移動局１００－ｉ）の要求スループットをR_iとし、

$R_1 > R_2 > R_3 > \cdots > R_N$

となっているとき、制御装置４００は移動局１００－１、移動局１００－２、…、１００－Ｎの順で、割り当ての処理を行う。

【０１１２】

要求スループットの順に割り当てを行うことで、例えば、要求スループットの高い移動局１００に対して優先的にＷＬＡＮを割り当てることが可能となる。すなわち、要求スループットの高い移動局１００を優先してＷＬＡＮへオフロードさせることが可能となり、ＬＴＥにおける使用効率を向上させることも可能となる。

【０１１３】

図１０（Ａ）から図１０（Ｄ）は、３番目（ＬＴＥの受信レベル順に割り当ての処理を行う場合）の例を表す図である。具体的には、ＬＴＥの受信レベルが閾値より高い移動局１００はそれ以外の移動局１００よりも処理順を後にする例である。例えば、ＬＴＥの受信レベルをL'_iとし、レベル順が

$L'_1 > L'_3 > \cdots > L'_N > L'_2$

となっているとき、制御装置４００は、移動局１００－１，移動局１００－３，…，移動局１００－Ｎ，移動局１００－２の順で処理を行う。この場合、制御装置４００は、ＬＴＥの受信レベルが最も高い移動局１００－２の割り当て処理を最後に行う。

【０１１４】

この場合、図１０（Ｄ）に示すように、処理順が遅ければ遅いほど、ＷＬＡＮへの割り当ての可能は低くなり、ＬＴＥへの割り当ての可能性は高くなる。従って、制御装置４００は、ＬＴＥの受信レベルが閾値以上の移動局１００－２に対してＬＴＥへの割り当てを行う可能性も高くなり、上述した２つの場合と比較して、ＬＴＥへの割り当て効率を向上させることが可能となる。

【０１１５】

以上説明してきたように、本第２の実施の形態においては、通信制御装置４００は、総スループットが要求スループットの合計より大きいときに、移動局１００に対してＷＬＡＮを割り当てる（例えば図６のＳ３５）。この場合、総スループットの範囲内に要求スループットの合計が収まっている。このような場合に、通信制御装置４００は、移動局１００に対して第１の無線通信方式が割り当てられても、各移動局１００では要求したスループットでアクセスポイント３００とＷＬＡＮにより無線通信が可能となる。従って、本移動通信システム１０では、移動局装置数が増加しても、移動局装置に対する接続状況を良好に保つことが可能となる。

【０１１６】

また、例えば、仮想移動体通信事業者はＷＬＡＮよりも使用料金の高いＬＴＥの使用料金を支払う場合がある。しかし、本第２の実施の形態では、制御装置４００は移動局１００に対してＷＬＡＮを割り当てるようにしているため、この場合は、ＬＴＥの使用料金の支払いをしなくても済む。従って、仮想移動体通信事業者はコスト削減を図ることも可能である。

【０１１７】

さらに、第２の実施の形態では、通信制御装置４００が第１の無線通信方式を選択して各移動局１００へ通知するようになされている。従って、移動局装置１００で第１の無線通信方式による無線通信が行われた後、通信制御装置４００でＷＬＡＮの選択が行われる

場合と比較して、本第２の実施の形態では、無線通信方式の選択前にＷＬＡＮによる無線通信が行われない。従って、本第２の実施の形態では、無線通信方式の切り替え時間を少なくさせることが可能となる。

【０１１８】

［第３の実施の形態］

第２の実施の形態で説明したように、制御装置４００はＷＬＡＮを割り当てなかった移動局１００に対してＬＴＥを割り当てるようにした（例えば図６のＳ３７）。制御装置４００は移動局１００へＬＴＥへの割り当ての通知を行わなくても、当該移動局１００ではＬＴＥへ自動的に切り替えを行う場合もある。この場合、当該移動局１００では切り替えに所定時間かかる場合がある。

【０１１９】

そこで、本第３の実施の形態では、制御装置４００はＷＬＡＮが割り当てられなかった移動局１００に対してＬＴＥの割り当てを通知する（例えば図５のＳ１３～Ｓ１５）。移動局１００は当該通知を受信すると、すぐにＬＴＥ基地局２００へ接続することが可能となり、無線通信を早期に開始することが可能となる。

【０１２０】

［第４の実施の形態］

第２の実施の形態では、制御装置４００は受信レベルからスループットを推定する例について説明した（例えば図６のＳ３３）。受信レベルとスループットの関係は、例えば、ＷＬＡＮの規格がＩＥＥＥ８０２．１１ｎとＩＥＥＥ８０２．１１ａｃで異なる場合がある。また、例えば、移動局１００のアンテナ数によってもその関係が異なる場合もある。

【０１２１】

そこで、本第４の実施の形態では、受信レベルと要求スループットに加えて、移動局１００で使用されるＷＬＡＮ規格、移動局１００の機種名（又は装置名称）、ＯＳ（Operating System）バージョン、アンテナ数などを、移動局１００が制御装置４００へ通知する。これらの情報は、例えば、移動局１００における無線性能を表す無線性能情報と称する場合がある。

【０１２２】

図７（Ａ）は受信レベルとスループットの関係例を示している。図７（Ａ）の点線で示されるように、無線性能情報に応じてその対応関係は異なってくる場合もある。制御装置４００は、無線性能情報に基づいて対応関係を変更するようにし、変更後の対応関係を利用してスループットを推定すればよい。

【０１２３】

無線性能情報は、例えば、図３に示すように、通知情報処理部１１０がアプリケーション処理部１２０から収集することも可能であるし、移動局１００内のメモリに無線性能情報が記憶され、通知情報処理部１１０により適宜読み出されるようになっていてもよい。いずれの場合でも、通知情報処理部１１０は、受信レベルと要求スループット、さらに、無線性能情報を制御装置４００へ送信すればよい。

【０１２４】

［第５の実施の形態］

第２の実施の形態において、式（１）を利用して、受信レベルからスループットを推定する例について説明した。本第５の実施の形態では、ｎ台の移動局１００－１，…，１００－ｎにおいて最小の受信レベルがＬのとき、各移動局１００－１，…，１００－ｎのスループットＴを、

【０１２５】

【数４】

$$T=\frac{1}{n}f(L) \quad \cdots (4)$$

により算出する。ここで、ｆ（Ｌ）は、式（１）で説明した場合と同様に、例えば、アク

セスポイント３００に接続する移動局１００の台数が「１」のとき、受信レベルがＬの場合のスループットを表している。

【０１２６】

例えば、図７（Ｂ）の例では、移動局１００－２の受信レベルＬが最も小さく、そのスループットｆ（Ｌ）＝０．５Ｍｂｐｓの場合、移動局１００－１のスループットも移動局１００－３のスループットも、最も低いスループットに合わせて「０．５Ｍｂｐｓ」となる。従って、式（４）はスループットＴ＝１／３（０．５＋０．５＋０．５）＝０．５Ｍｂｐｓとなる。

【０１２７】

本第５の実施の形態において、制御装置４００は、式（１）を利用する場合よりも式（４）を利用する方が簡易にスループットを推定することが可能である。

【０１２８】

［第６の実施の形態］

本第６の実施の形態は、要求スループットに応じたスループット制御をスループット制御部４５０で行う例である。

【０１２９】

移動局１００が要求スループットを送信する場合、実際には、要求したスループット以上で、例えば、コンテンツを取得したり、ＳＮＳを利用したりするなど、アプリケーションを使用する場合もある。

【０１３０】

そこで、本第６の実施の形態では、トラヒック監視部４６０において、例えば、移動局１００のトラヒックを監視し、その測定結果に応じて、データ記憶部４８０に記憶された情報を更新する。この情報は、例えば、スループット推定部４２０においてスループット推定の際に利用される。従って、実際のトラヒック状況に応じたスループットの推定を行うことが可能となり、スループット推定の精度向上を図ることが可能となる。

【０１３１】

［第７の実施の形態］

図１１（Ａ）は移動局１００のハードウェア構成例を表す図である。移動局１００は、ＣＰＵ（Central Processing Unit）、ＲＡＭ（Random Access Memory）１５１、ＲＯＭ（Read Only Memory）１５２、メモリ１５３、ＬＴＥＲＦ（Radio Frequency）回路１６０、ＷＬＡＮＲＦ回路１７０、及びアンテナ１３１，１４１を備える。

【０１３２】

ＣＰＵ１５０は、例えば、ＲＯＭ１５２に記憶されたプログラムを読み出してＲＡＭ１５１にロードし、ロードしたプログラムを実行することで、第２の実施の形態における通知情報処理部１１０とアプリケーション処理部１２０の機能を実現することが可能である。ＣＰＵ１５０は、例えば、通知情報処理部１１０とアプリケーション処理部１２０に対応する。

【０１３３】

また、ＬＴＥＲＦ回路１６０は、例えば、第２の実施の形態におけるＬＴＥ送受信部１３０に対応する。さらに、ＷＬＡＮＲＦ回路１７０は、例えば、第２の実施の形態におけるＷＬＡＮ送受信部１４０に対応する。

【０１３４】

図１１（Ｂ）はＬＴＥ基地局２００のハードウェア構成例を表している。ＬＴＥ基地局２００は、ＣＰＵ２５０、ＲＡＭ２５１、ＲＯＭ２５２、メモリ２５３、ＬＴＥＲＦ回路２６０、ネットワークインターフェース２７０、及びアンテナ２０１を備える。

【０１３５】

ＣＰＵ２５０も、例えば、ＲＯＭ２５２に記憶されたプログラムを読み出してＲＡＭ２５１にロードし、ロードしたプログラムを実行することで、第２の実施の形態における通信処理部２２０の機能を実現することが可能である。ＣＰＵ２５０は、例えば、通信処理部２２０に対応する。また、ＬＴＥＲＦ回路２６０は、例えば、第２の実施の形態におけ

るＬＴＥ送受信部２１０に対応する。さらに、ネットワークインターフェース２７０は、例えば、第２の実施の形態におけるネットワーク送受信部２３０に対応する。

【０１３６】

なお、図１１（Ｂ）はアクセスポイント３００のハードウェア構成例も表している。アクセスポイント３００は、ＣＰＵ３５０、ＲＡＭ３５１、ＲＯＭ３５２、メモリ３５３、ＷＬＡＮＲＦ回路３６０、ネットワークインターフェース２７０、及びアンテナ２０１を備える。

【０１３７】

ＣＰＵ３５０も、例えば、ＲＯＭ３５２に記憶されたプログラムを読み出してＲＡＭ３５１にロードし、ロードしたプログラムを実行することで、第２の実施の形態における通信処理部３２０の機能を実現することが可能である。ＣＰＵ３５０は、例えば、通信処理部３２０に対応する。また、ＷＬＡＮＲＦ回路３６０は、例えば、第２の実施の形態におけるＷＬＡＮ送受信部３１０に対応する。さらに、ネットワークインターフェース３７０は、例えば、第２の実施の形態におけるネットワーク送受信部３３０に対応する。

【０１３８】

図１２は制御装置４００のハードウェア構成例を表す図である。制御装置４００は、ＣＰＵ４９０、ＲＡＭ４９１、ＲＯＭ４９２、メモリ４９３、ネットワークインターフェース４９４を備える。

【０１３９】

ＣＰＵ４９０は、例えば、ＲＯＭ４９２に記憶されたプログラムを読み出してＲＡＭ４９１にロードし、ロードしたプログラムを実行することで、第２の実施の形態におけるスループット推定部４２０、無線方式選択部４３０、通知処理部４４０の機能を実現可能である。また、ＣＰＵ４０は、例えば、第２の実施の形態におけるスループット制御部４５０、トラヒック監視部４６０、スループット情報処理部４７０の機能も実現可能である。ＣＰＵ４９０は、例えば、スループット推定部４２０、無線方式選択部４３０、通知処理部４４０、スループット制御部４５０、トラヒック監視部４６０、及びスループット情報処理部４７０に対応する。

【０１４０】

また、メモリ４９３は、例えば、第２の実施の形態におけるデータ記憶部４８０に対応する。さらに、ネットワークインターフェース４９４は、例えば、第２の実施の形態における情報処理部４１０に対応する。

【０１４１】

なお、ＣＰＵ１５０，２５０，３５０，４９０は、例えば、ＭＰＵ（Micro Processing Unit）やＤＳＰ（Digital Signal Processor）、ＦＰＧＡ（Field Programmable Gate Array）などのコントローラや制御部であってもよい。

【０１４２】

［第８の実施の形態］

第２から第７の実施の形態では、制御装置４００は、総スループットが要求スループットの合計より大きいとき（図６のＳ３５でＮｏ）、ＬＴＥへの割り当てを行うようにした（Ｓ３７）。しかし、例えば、ＬＴＥへ割り当てられた移動局１００の台数が所定数以上のとき、各移動局１００のＬＴＥ基地局２００に対する無線品質が所定品質以下となる場合がある。

【０１４３】

そこで、本第８の実施の形態においては、制御装置４００は、ＬＴＥが割り当てられた移動局１００がＷＬＡＮで無線通信を行ったときと、ＬＴＥのままで無線通信を行ったときとで、評価式を用いた評価を行う。そして、制御装置４００は、ＷＬＡＮで無線通信を行ったときの方がＬＴＥのままで無線通信を行ったときよりも、改善される評価結果を得たとき、移動局１００に対する無線通信方式を、ＬＴＥからＷＬＡＮへ変更するようにする。

【０１４４】

図１３は第８の実施の形態の動作例を表すフローチャートである。制御装置４００は、各移動局１００に対して無線通信方式を割り当てた後（図６のＳ４０が終了した後）、本動作を開始する（Ｓ５０）。

【０１４５】

次に、制御装置４００は、各移動局１００に対する無線通信方式の割り当てについて、評価式を利用して、評価値Ｐ０を算出する（Ｓ５１）。評価式は、例えば、以下を用いる。

【０１４６】

【数５】

$$P=\prod_{k=1}^{N}\min\left(\frac{T_k}{Q_k},1\right) \quad \cdots (5)$$

【０１４７】

式（５）において、例えば、Q_kは移動局100_kの要求スループット、T_kは移動局100_kに割り当てた無線通信方式での実際のスループットをそれぞれ表す。

【０１４８】

式（５）は、例えば、各移動局１００ｋについて、要求スループットQ_kに対する実際のスループットT_kの比較結果（又は要求スループットQ_kに対する実際のスループットT_kの比率）に基づいて算出された評価値を表している。この場合、式（５）は、要求スループットQ_kが実際のスループットT_k以上のときはＰ＝１となり、要求スループットQ_kが実際のスループットT_kより小さいときは０＜Ｐ＜１となる。よって、全移動局１００について、要求スループットQ_kが実際のスループットT_k以上のときは、Ｐ＝１となり、全移動局１００のうち１つでも要求スループットQ_kが実際のスループットT_kより小さくなるときは、評価値Ｐ１は１より小さい値となる。

【０１４９】

ここで、実際のスループットは、例えば、「測定により求められたスループット」、又は、受信レベルや受信品質などに基づいて「推定されたスループット」を表す。

【０１５０】

「測定により求められたスループット」は、例えば、ＬＴＥ基地局２００やアクセスポイント３００が移動局１００と無線通信を行ったとき、ＬＴＥ基地局２００やアクセスポイント３００において単位時間あたりに移動局１００へ送信したパケット数や、パケット数に対する移動局１００からのＡｃｋ信号やＮａｃｋ（否定応答）信号の受信数などである。例えば、ＬＴＥ基地局２００の通信処理部２２０やアクセスポイント３００の通信処理部３２０が、このようなパケット数やＡｃｋ信号、Ｎａｃｋ信号の受信数をカウントして、カウント結果を移動局情報に含ませて制御装置４００へ送信する。そして、制御装置４００のスループット推定部４２０が単位時間あたりのパケット数などを算出することで、「測定により求められたスループット」を算出してもよい。

【０１５１】

また、「推定されたスループット」は、例えば、ＬＴＥ基地局２００やアクセスポイント３００が移動局１００と無線通信を行ったとき、移動局１００から受信した受信レベルや受信品質に基づいて推定されたスループットを表す。例えば、第２の実施の形態と同様に、スループット推定部４２０は、移動局１００の受信レベルに基づいて、式（１）により「推定されたスループット」を算出してもよい（例えば図７（Ａ））。或いは、スループット推定部４２０は、ユーザ数とスループットの関係から、「推定されたスループット」を算出してもよい。

【０１５２】

図１４は、ＷＬＡＮにおけるユーザ数とスループットの関係例を表している。図１４は、ユーザ数（又は移動局数）が多くなるほど、１つのアクセスポイント３００に対する各ユーザのスループットは除々に低くなることを表している。例えば、以下となる。すなわち、ユーザ数（又は移動局数）が「１」で、このユーザの推定スループットが「３００」

（ｋｂｐｓ）のとき、このユーザのスループットは「３００」（ｋｂｐｓ）となる。また、ユーザ数が「２」でともに推定スループットが「３００」のとき、各ユーザのスループットは「２５０」、ユーザ数が「３」で推定スループットが全て「３００」のとき、各ユーザのスループットは「２００」となる。この各ユーザのスループットが、「推定されたスループット」となる。スループット推定部４２０は、例えば、メモリにこのような関係を示すテーブルを保持し、ユーザ数と各ユーザのスループットの関係から、「推定されたスループット」を算出してもよい。

【０１５３】

このように、実際のスループットは、例えば、移動局１００がＬＴＥ基地局２００やアクセスポイント３００と実際に無線通信を行ったときのスループットを表している。

【０１５４】

評価値Ｐ０算出の具体例について説明する。図１５は評価値の例を表す図である。図１５における総スループットと要求スループットは、第２の実施の形態の例（図７（Ｂ））と同一の例となっている。すなわち、移動局１００－１，１００－２の要求スループットはともに１００ｋｂｐｓ、移動局１００－２の要求スループットは１Ｍ（＝１０００ｋ）ｂｐｓ、推定スループットは全て３００ｋｂｐｓとなっている。例えば、スループット推定部４２０は、推定スループットを、実際のスループットとして、式（５）を計算する。すなわち、スループット推定部４２０は、

Ｐ０＝ｍｉｎ（３００／１００，１）×ｍｉｎ（３００／１００，１）×ｍｉｎ（３００／１０００，１）＝１×１×０．３＝０．３

を得る。このＰ０＝０．３が、図６により各移動局に対してＷＬＡＮやＬＴＥを割り当てたときの評価値となる。評価値Ｐ０は、例えば、第２の実施の形態において各移動局１００に対して無線通信方式を割り当てたとき、各移動局１００について、要求スループットに対する推定スループットの比較結果（又は要求スループットに対する推定スループットの比率）に基づいて算出された値を表している。スループット推定部４２０は、評価値Ｐ０を無線方式選択部４３０へ出力する。

【０１５５】

なお、式（５）は、例えば、制御装置４００のメモリ内に記憶され、スループット推定部４２０が処理の際に適宜メモリから読み出して、要求スループットQ_kと実際のスループットT_kを式（５）に代入することで、評価値Ｐを得る。

【０１５６】

図１３に戻り、次に、制御装置４００は、ｉに「１」を加算する。ｉは、例えば、移動局１００の番号を表している。図１５の例では、ｉ＝１は、移動局１００－１を表している。

【０１５７】

図１３に戻り、次に、制御装置４００は、移動局ｉはＬＴＥが割り当てられているか否かを判別する（Ｓ５３）。例えば、無線方式選択部４３０は、メモリなどに各移動局１００にＷＬＡＮを割り当てたかＬＴＥを割り当てたかを示すフラグ情報を記憶し、フラグ情報に基づいて判別してもよい。

【０１５８】

制御装置４００は、移動局ｉにＬＴＥが割り当てられていないとき（Ｓ５３でＮｏ）、ｉが全移動局数Ｎより小さいか否かを判別する（Ｓ５７）。そして、制御装置４００は、ｉが全移動局数Ｎより小さいとき（Ｓ５７でＹｅｓ）、ｉに「１」を加算し（Ｓ５９）、Ｓ５３へ移行する。例えば、図１５の例では、移動局１００－１にＬＴＥが割り当てられておらず、ｉ＝１が全移動局数Ｎ（例えばＮ＝３）より小さいため、無線方式選択部４３０はｉに「１」を加算し、移動局１００－２に対してＳ５３以降の処理を行う。また、無線方式選択部４３０は、移動局１００－２についても、ＬＴＥが割り当てられていないため、ｉに「１」を加算し、移動局１００－３に対してＳ５３以降の処理を行う。

【０１５９】

一方、制御装置４００は、移動局ｉにＬＴＥが割り当てられているとき（Ｓ５３でＹｅ

ｓ）、移動局ｉに対してＷＬＡＮに割り当てるとしてＰｉを算出する（Ｓ５４）。例えば、スループット推定部４２０は、移動局１００－３に対して、ＷＬＡＮを割り当てるとして、式（５）を利用して、Ｐ３を算出する。例えば、スループット推定部４２０は、図１４に示す関係例を利用して「推定されたスループット」$Ｔ_{1}$～$Ｔ_{3}$を算出する。例えば、以下の計算となる。すなわち、移動局１００－１～１００－３に対する「推定スループット」が全て３００ｋｂｐｓであったため、移動局１００－３にＷＬＡＮを割り当てると、各移動局１００－１～１００－３の「実際のスループット」$Ｔ_{1}$～$Ｔ_{3}$は「２００」（ｋｂｐｓ）となる。よって、スループット推定部４２０は、評価値Ｐ１について、式（５）を利用して計算すると、

Ｐ３＝ｍｉｎ（２００／１００，１）×ｍｉｎ（２００／１００，１）×ｍｉｎ（２００／１０００，１）＝１×１×０．２＝０．２

を得る。評価値Ｐ３は、例えば、第２の実施の形態でＬＴＥが割り当てられ移動局１００－３に対して、ＷＬＡＮが割り当てられたとした場合の各移動局１００－１～１００－３の、要求スループットに対する実際のスループットの比較結果（又は要求スループットに対する実際のスループットの比率）を評価した値となっている。スループット推定部４２０は、評価値Ｐ３を無線方式選択部４３０へ出力する。

【０１６０】

図１３に戻り、次に、制御装置４００は、Ｐｉ＞Ｐ０であるか否かを判別する（Ｓ５５）。制御装置４００は、Ｐｉ＞Ｐ０のとき（Ｓ５５でＹｅｓ）、移動局ｉの無線通信方式をＬＴＥからＷＬＡＮへ変更する（又は切り替える）ことを決定する（Ｓ５６）。そして、制御装置４００は、全移動局１００に対して処理を終了したか否かを判別する（Ｓ５７）。

【０１６１】

一方、制御装置４００は、Ｐｉ＞Ｐ０ではないとき（Ｓ５５でＮｏ）、移動局ｉの無線通信方式をＷＬＡＮへ変更することなく、ＬＴＥのままとして、Ｓ５７へ処理を移行する。

【０１６２】

図１５の例では、Ｐ３＝０．２＜Ｐ０＝０．３となる。この場合、移動局１００－３にＷＬＡＮを割り当てる場合よりも、変更することなく移動局１００－３にＬＴＥを割り当てた場合の方が、評価値が大きくなっている。したがって、無線方式選択部４３０は、移動局１００－３に対する割り当てを変更することなく、ＬＴＥへの割り当てのままとする（Ｓ５５でＮｏ）。一方、例えば、移動局１００－１，１００－２の「実際のスループット」$Ｔ_{1}$，$Ｔ_{2}$として「９０」、移動局１００－３の「実際のスループット」$Ｔ_{3}$として、「９００」を得た場合を考える。この場合、図１５に示すように、スループット推定部４２０は、

Ｐ３＝ｍｉｎ（９０／１００，１）×ｍｉｎ（９０／１００，１）×ｍｉｎ（９００／１０００，１）＝０．９×０．９×０．９＝０．７２９

を得る。この場合、Ｐ３＞Ｐ０となり、移動局１００－２をＷＬＡＮに割り当てた方が、移動局１００－２をＬＴＥのままにする場合よりも、評価値は大きい。したがって、無線方式選択部４３０は、移動局１００－３に対する無線通信方式を、ＬＴＥからＷＬＡＮへ変更する。無線方式選択部４３０は、例えば、スループット推定部４２０から得た評価値Ｐ０，Ｐ３に基づいて、ＬＴＥを割り当てた移動局１００に対して、ＷＬＡＮへ変更するか否かを決定している。

【０１６３】

このように、制御装置４００は、ＬＴＥを割り当てた移動局１００に対してＷＬＡＮを割り当てたとき（Ｐｉ）とＬＴＥを割り当てたとき（Ｐ０）で要求スループット$Ｑ_{k}$に対する実際のスループット$Ｔ_{k}$を比較し、その評価値に基づいて、割り当ての変更の有無を決定している。

【０１６４】

これにより、例えば、制御装置４００は、割り当ての変更前後で、実際のスループット

T_kが要求スループットQ_kに対してどの程度満足しているのか、又は満足していないのかを詳細に把握して、評価値を得ることが可能となる。したがって、例えば、ＬＴＥが割り当てられたユーザ（又は移動局１００）の伝送品質が所定品質以下になることを回避することが可能となり、ＷＬＡＮだけではなく、ＬＴＥが割り当てられたユーザの伝送品質を所定品質より高く維持することが可能となる。

【０１６５】

［第９の実施の形態］

第２の実施の形態において、例えば、処理順について（図６のＳ３１）、ＬＴＥの受信レベル順に割り当てて処理を行う例について説明した。具体的には、図１０（Ａ）から図１０（Ｄ）に示すように、ＬＴＥの受信レベルが閾値より高い移動局１００はそれ以外の移動局１００よりも処理順を後にする例について説明した。

【０１６６】

例えば、制御装置４００は、ＬＴＥの受信レベルが低い順に割り当てを行うようにしてもよい。これにより、例えば、制御装置４００の無線方式選択部４３０は、ＬＴＥの受信レベルが所定レベルより低い移動局１００に対してはＷＬＡＮを割り当て、ＬＴＥの受信レベルが所定レベルより高い移動局１００に対してＬＴＥを割り当てることが可能となる。処理としては、図１６のＳ３１において処理順を、ＬＴＥの受信レベルが低い移動局１００から順とすることで、その順番で、スループットの推定（Ｓ３３）や総スループットの算出（Ｓ３４）など、第２の実施の形態で説明した割り当て方式が適用される。

【０１６７】

［第１０の実施の形態］

第２から第９の実施の形態においては、例えば、制御装置４００は、ＬＴＥ基地局２００とアクセスポイント３００とは別個の装置として説明した。例えば、制御装置４００は、ＬＴＥ基地局２００やアクセスポイント３００に含まれていてもよい。

【０１６８】

図１６（Ａ）は、ＬＴＥ基地局２００－１に制御装置４００が含まれる場合の移動通信システム１０の構成例を表している。また、図１６（Ｂ）はアクセスポイント３００－１に制御装置４００が含まれる場合の移動通信システム１０の構成例を表している。

【０１６９】

図１６（Ａ）の例では、制御装置４００は、通信装置６００を介してアクセスポイント３００－１と通信を行って、移動局情報を受信したり、パケットデータを交換したりする。制御装置４００は、点線で示すように、通信装置６００を介することなく、アクセスポイント３００と直接通信を行ってこれらの情報やデータを交換してもよい。この場合、通信装置６００はなくてもよい。

【０１７０】

図１６（Ｂ）の例も、制御装置４００は、通信装置６００を介してＬＴＥ基地局２００－１と通信を行っているが、通信装置６００を介することなく直接、ＬＴＥ基地局２００－１と通信を行ってもよい。後者の場合、通信装置６００はなくてもよい。

【０１７１】

以上まとめると付記のようになる。

【０１７２】

（付記１）

第１の移動局装置から通知された第１の情報に基づいて前記第１の移動局装置が基地局装置と無線通信を行う際の第１のスループットを推定するスループット推定部と、

前記第１の移動局装置から通知された前記第１の移動局装置が要求する第１の要求スループットが前記推定された第１のスループットより小さいとき、キャリアセンスを用いて前記基地局装置と無線通信を行う第１の無線通信方式を前記第１の移動局装置に割り当てる無線方式選択部と、

前記割り当てた第１の無線通信方式に関する情報を前記第１の移動局装置へ通知する通知処理部と

を備えることを特徴とする通信制御装置。

【０１７３】

（付記２）

前記無線方式選択部は、前記第１の要求スループットが前記推定された第１のスループット以上のとき、スケジューリングによって無線通信を行う第２の無線通信方式を前記第１の移動局装置に割り当てることを特徴とする付記１記載の通信制御装置。

【０１７４】

（付記３）

前記通知処理部は、前記割り当てた第２の無線通信方式に関する情報を前記第１の移動局装置へ通知することを特徴とする付記２記載の通信制御装置。

【０１７５】

（付記４）

前記スループット推定部は、第２の移動局装置から通知された第２の情報に基づいて前記第２の移動局装置における第２のスループットを推定し、

前記無線方式選択部は、前記第１の要求スループットと前記第２の移動局装置から通知された前記第２の移動局装置が要求する第２の要求スループットの合計が、前記推定された第１のスループットと前記推定された第２のスループットの合計より小さいとき、前記第１の無線通信方式を前記第１及び第２の移動局装置に割り当てることを特徴とする付記１記載の通信制御装置。

【０１７６】

（付記５）

前記通知処理部は、前記割り当てた第１の無線通信方式に関する情報を前記第２の移動局装置へ通知することを特徴とする付記４記載の通信制御装置。

【０１７７】

（付記６）

前記無線方式選択部は、前記第１の要求スループットと前記第２の要求スループットの合計が前記推定された第１のスループットと前記推定された第２のスループットの合計以上のとき、スケジューリングによって無線通信を行う第２の無線通信方式を前記第２の移動局装置に割り当てることを特徴とする付記４記載の通信制御装置。

【０１７８】

（付記７）

前記通知処理部は、前記割り当てた第２の無線通信方式に関する情報を前記第２の移動局装置へ通知することを特徴とする付記６記載の通信制御装置。

【０１７９】

（付記８）

前記無線方式選択部は、前記第１の移動局装置に対して、前記第１又は第２の無線通信方式を割り当てることを特徴とする付記６記載の通信制御装置。

【０１８０】

（付記９）

前記通知処理部は、前記無線方式選択部が前記第１の移動局装置に対して前記第２の無線通信方式を割り当てたとき、前記割り当てた第２の無線通信方式に関する情報を前記第１の移動局装置へ通知することを特徴とする付記８記載の通信制御装置。

【０１８１】

（付記１０）

前記スループット推定部は、前記第１及び第２の情報が前記第１及び第２の移動局装置において前記第１の無線通信方式で無線通信を行ったときの受信レベルをそれぞれ表すとき、前記受信レベルが前記第２の情報より高い前記第１の情報を通知した前記第１の移動局装置から順番に前記第１のスループットと前記第２のスループットを推定し、

前記無線方式選択部は、前記順番に従って、前記前記１の要求スループットが前記推定された第１のスループットより小さいとき、前記第１の無線通信方式を前記第１の移動局

装置に割り当て、更に、前記第１の要求スループットと前記第２の要求スループットの合計が前記推定された第１のスループットと前記推定された第２のスループットの合計よりも小さいとき、前記第１の無線通信方式を前記第１及び第２の移動局装置に割り当てることを特徴とする付記４記載の通信制御装置。

【０１８２】

（付記１１）

前記スループット推定部は、前記第１及び第２の情報がそれぞれ前記第１及び第２の要求スループットのとき、要求スループットの高い前記第１の要求スループットを通知した前記第１の移動局装置から順番に前記第１のスループットと前記第２のスループットを推定し、

前記無線方式選択部は、前記順番に従って、前記前記１の要求スループットが前記推定された第１のスループットより小さいとき、前記第１の無線通信方式を前記第１の移動局装置に割り当て、更に、前記第１の要求スループットと前記第２の要求スループットの合計が前記推定された第１のスループットと前記推定された第２のスループットの合計よりも小さいとき、前記第１の無線通信方式を前記第１及び第２の移動局装置に割り当てることを特徴とする付記４記載の通信制御装置。

【０１８３】

（付記１２）

前記スループット推定部は、前記第１及び第２の情報が前記第１及び第２の移動局装置において、スケジューリングによって無線通信を行う第２の無線通信方式で無線通信を行ったときの受信レベルをそれぞれ表すとき、前記受信レベルが前記第１の情報より高い前記第２の情報を通知した前記第２の移動局装置における前記第２のスループットを、前記第１のスループットより後に推定し、

前記無線方式選択部は、前記前記１の要求スループットが前記推定された第１のスループットより小さいとき、前記第１の無線通信方式を前記第１の移動局装置に割り当て、更に、前記第１の要求スループットと前記第２の要求スループットの合計が前記推定された第１のスループットと前記推定された第２のスループットの合計よりも小さいとき、前記第１の無線通信方式を前記第１及び第２の移動局装置に割り当てることを特徴とする付記４記載の通信制御装置。

【０１８４】

（付記１３）

前記スループット推定部は、前記第１及び第２の移動局装置がアクセスポイントと前記第１の無線通信方式で無線通信を行ったときの受信レベルが前記第２の移動局装置より小さい前記第１の移動局装置における前記第１のスループットに基づいて、前記第２のスループットを決定することを特徴とする付記１記載の通信制御装置。

【０１８５】

（付記１４）

前記第１の情報には、前記第１の移動局装置において前記第１の無線通信方式を利用して前記基地局装置と無線通信を行った際に前記基地局装置から受信した信号の受信レベルを含むことを特徴とする付記１又は４記載の通信制御装置。

【０１８６】

（付記１５）

前記第１の情報には、前記第１の移動局装置の無線性能を表す無線性能情報が含まれることを特徴とする付記１記載の通信制御装置。

【０１８７】

（付記１６）

前記第２の情報には、前記第２の移動局装置の無線性能を表す無線性能情報が含まれることを特徴とする付記４記載の通信制御装置。

【０１８８】

（付記１７）

前記スループット推定部は、前記第２の無線通信方式が割り当てられた前記第１の移動局装置が前記第１の無線通信方式で前記基地局装置と無線通信を行ったときの第３のスループットを推定し、さらに、前記第１の要求スループットに対する前記推定された第１のスループットの第１の比較結果に基づいて第１の評価値を算出し、前記第１の要求スループットに対する前記推定された第３のスループットの第２の比較結果に基づいて第２の評価値を算出し、

前記無線方式選択部は、前記第１の評価値と前記第２の評価値に基づいて、前記第１の移動局装置に対する無線通信方式を前記第２の無線通信方式から前記第１の無線通信方式へ変更するか否かを決定する

ことを特徴とする付記２記載の通信制御装置。

【０１８９】

（付記１８）

前記無線方式選択部は、前記第２の評価値が前記第１の評価値より大きいとき、前記第１の移動局装置に対する無線通信方式を前記第２の無線通信方式から前記第１の無線通信方式へ変更することを特徴とする付記１７記載の通信制御装置。

【０１９０】

（付記１９）

前記スループット推定部は、前記第２の無線通信方式が割り当てられた前記第２の移動局装置が前記第１の無線通信方式で前記基地局装置と無線通信を行ったときの前記第１の移動局装置における第４のスループットと前記第２の移動局装置における第５のスループットを推定し、さらに、前記第１の要求スループットに対する前記推定された第１のスループットの第１の比較結果と、前記第２の要求スループットに対する前記推定された第２のスループットの第３の比較結果とに基づいて第３の評価値を算出し、前記第１の要求スループットに対する前記推定された第４スループットの第４の比較結果と、前記第２の要求スループットに対する前記推定された第５のスループットの第５の比較結果とに基づいて第４の評価値を算出し、

前記無線方式選択部は、前記第３の評価値と前記第４の評価値に基づいて、前記第２の移動局装置に対する無線通信方式を前記第２の無線通信方式から前記第１の無線通信方式へ変更するか否かを決定する

ことを特徴とする付記６記載の通信制御装置。

【０１９１】

（付記２０）

前記無線方式選択部は、前記第４の評価値が前記第３の評価値より大きいとき、前記第２移動局装置に対する無線通信方式を前記第２の無線通信方式から前記第１の無線通信方式へ変更することを特徴とする付記１９記載の通信制御装置。

【０１９２】

（付記２１）

前記スループット推定部は、前記第１及び第２の情報が前記第１及び第２の移動局装置において、スケジューリングによって無線通信を行う第２の無線通信方式で無線通信を行ったときの受信レベルをそれぞれ表すとき、前記受信レベルが低い前記第１の移動局装置に対する前記第１のスループットから推定し、その後、前記第２の移動局装置に対する前記第２のスループットを推定し、

前記無線方式選択部は、前記第１の移動局装置から順に、前記第１及び第２の移動局装置に対して前記第１又は第２の無線通信方式を割り当てることを特徴とする付記４記載の通信制御装置。

【０１９３】

（付記２２）

第１の移動局装置と、

基地局装置と、

通信制御装置を備える移動通信システムにおいて、

前記通信制御装置は、

前記第１の移動局装置から通知された第１の情報に基づいて前記第１の移動局装置が前記基地局装置と無線通信を行う際の第１のスループットを推定するスループット推定部と、

前記第１の移動局装置から通知された前記第１の移動局装置が要求する第１の要求スループットが前記推定された第１のスループットより小さいとき、キャリアセンスを用いて前記基地局装置と無線通信を行う第１の無線通信方式を前記第１の移動局装置に割り当てる無線方式選択部と、

前記割り当てた第１の無線通信方式に関する情報を前記第１の移動局装置へ通知する通知処理部とを備えることを特徴とする移動通信システム。

【０１９４】

（付記２３）

スループット推定部と無線方式選択部、及び通知処理部を有する通信制御装置における通信制御方法であって、

前記スループット推定部により、第１の移動局装置から通知された第１の情報に基づいて前記第１の移動局装置が基地局装置と無線通信を行う際の第１のスループットを推定し、

前記無線方式選択部により、前記第１の移動局装置から通知された前記第１の移動局装置が要求する第１の要求スループットが前記推定された第１のスループットより小さいとき、キャリアセンスを用いて前記基地局装置と無線通信を行う第１の無線通信方式を前記第１の移動局装置に割り当て、

前記通知処理部により、前記割り当てた第１の無線通信方式に関する情報を前記第１の移動局装置へ通知する

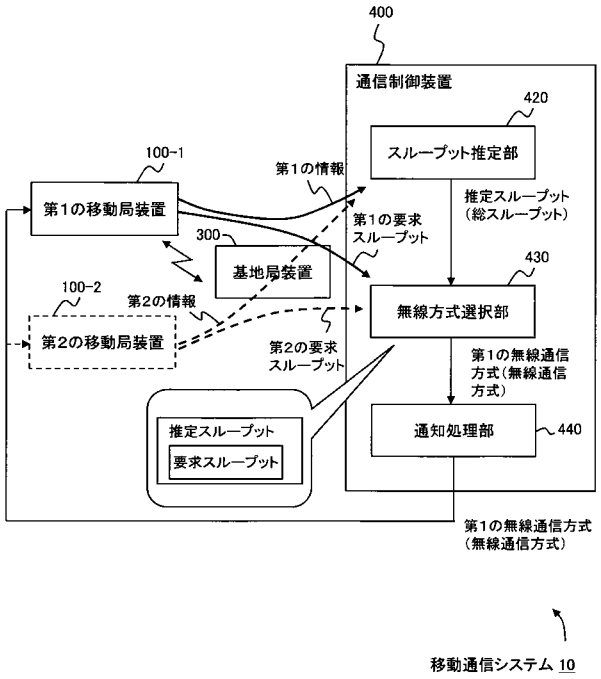
ことを特徴とする通信制御方法。

【符号の説明】

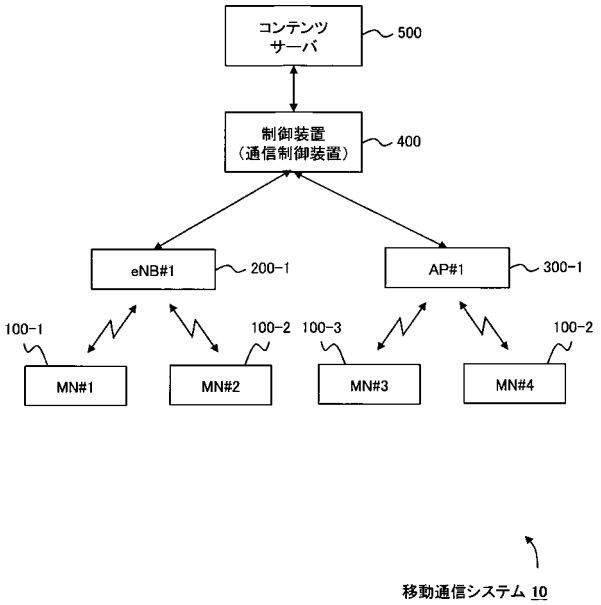
【０１９５】

１０：移動通信システム　　１００：移動局装置
１１０：通知情報処理部　　１２０：アプリケーション処理部
１３０：ＬＴＥ送受信部　　１４０：ＷＬＡＮ送受信部
２００：ＬＴＥ基地局　　３００：アクセスポイント
４００：制御装置　　４１０：移動局情報処理部
４２０：スループット推定部　　４３０：無線方式選択部
４４０：移動局通知処理部　　４５０：スループット制御部
４６０：トラヒック監視部　　４７０：スループット情報処理部
４８０：データ記憶部　　５００：コンテンツサーバ

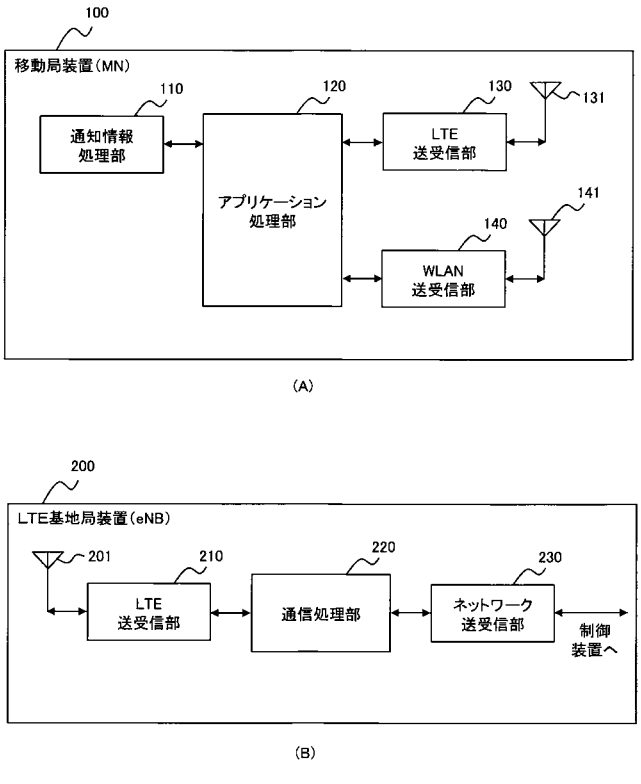
【図１】


400
通信制御装置
420
スループット推定部
100-1
第1の移動局装置
第1の情報
推定スループット
(総スループット)
第1の要求
スループット
300
基地局装置
430
無線方式選択部
100-2
第2の情報
第2の移動局装置
第2の要求
スループット
第1の無線通信
方式(無線通信
方式)
推定スループット
要求スループット
通知処理部
440
第1の無線通信方式
(無線通信方式)
移動通信システム 10

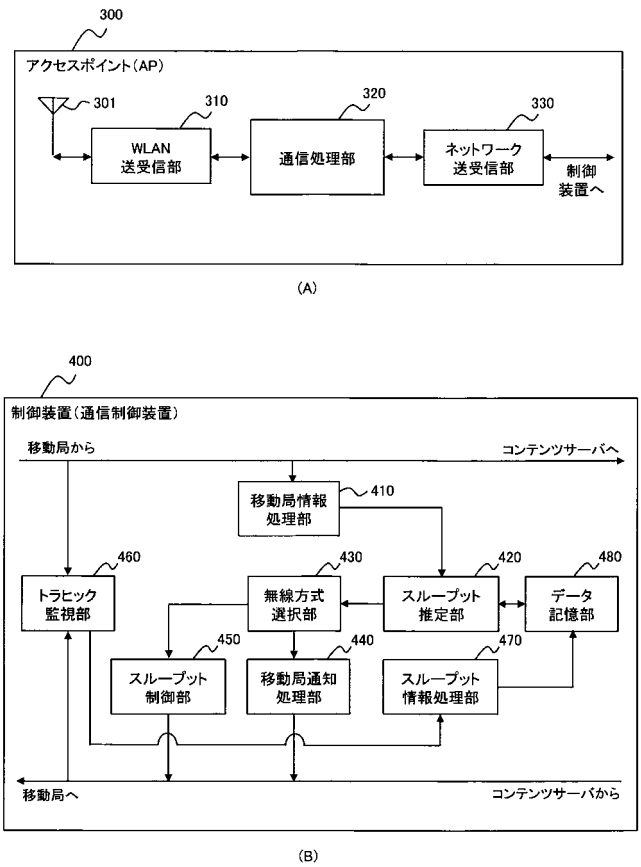
【図２】


コンテンツ
サーバ
500
制御装置
(通信制御装置)
400
eNB#1
200-1
AP#1
300-1
100-1
100-2
100-3
100-2
MN#1
MN#2
MN#3
MN#4
移動通信システム 10

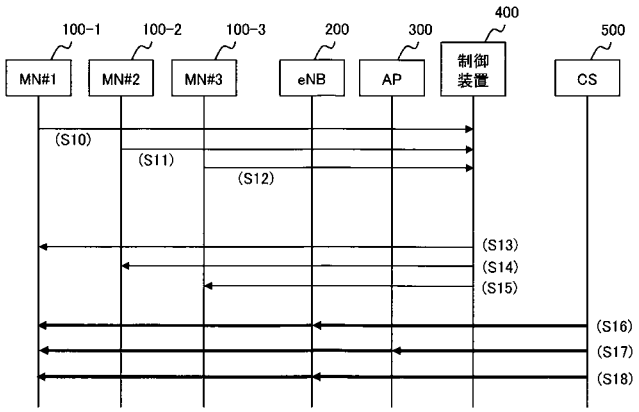
【図３】


100
移動局装置(MN)
110
通知情報
処理部
120
アプリケーション
処理部
130
LTE
送受信部
131
141
140
WLAN
送受信部
(A)
200
LTE基地局装置(eNB)
201
210
LTE
送受信部
220
通信処理部
230
ネットワーク
送受信部
制御
装置へ
(B)

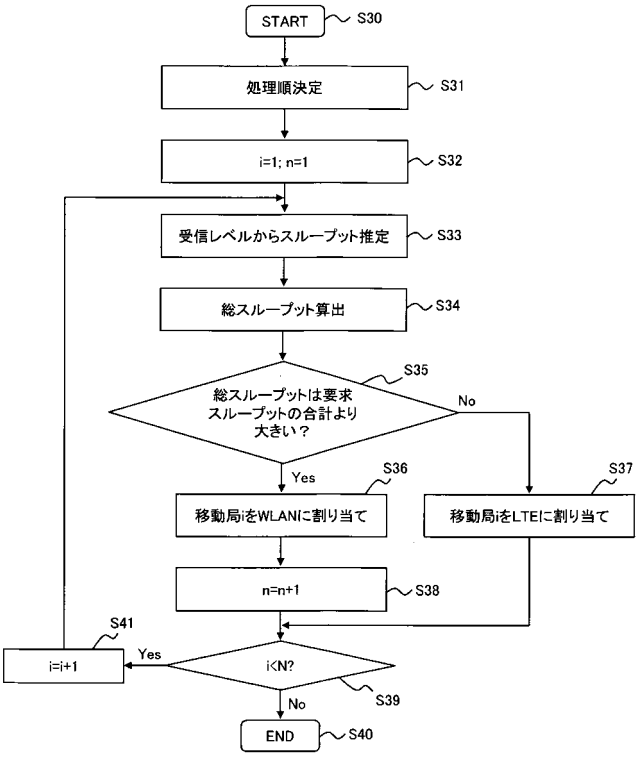
【図４】


300
アクセスポイント(AP)
301
310
WLAN
送受信部
320
通信処理部
330
ネットワーク
送受信部
制御
装置へ
(A)
400
制御装置(通信制御装置)
移動局から
コンテンツサーバへ
410
移動局情報
処理部
460
トラヒック
監視部
430
無線方式
選択部
420
スループット
推定部
480
データ
記憶部
450
スループット
制御部
440
移動局通知
処理部
470
スループット
情報処理部
移動局へ
コンテンツサーバから
(B)

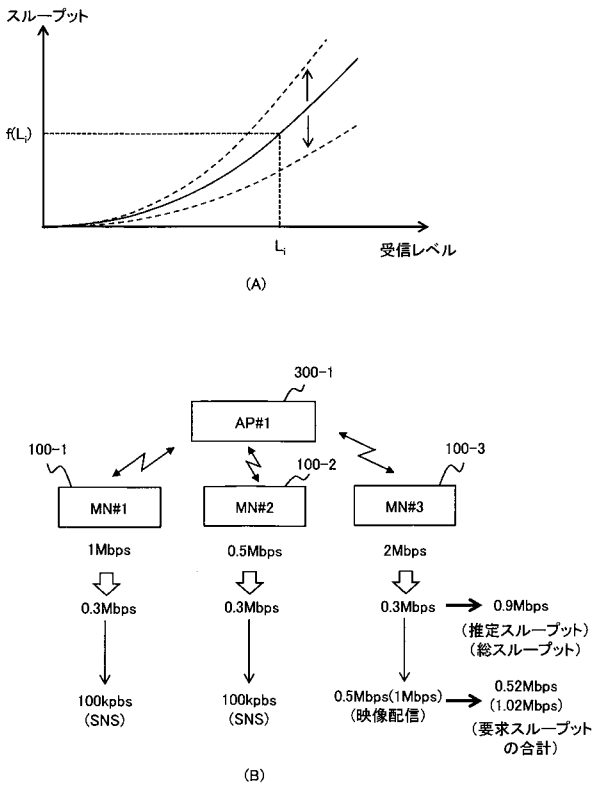
【図５】


100-1
100-2
100-3
200
300
400
500
MN#1
MN#2
MN#3
eNB
AP
制御装置
CS
(S10)
(S11)
(S12)
(S13)
(S14)
(S15)
(S16)
(S17)
(S18)

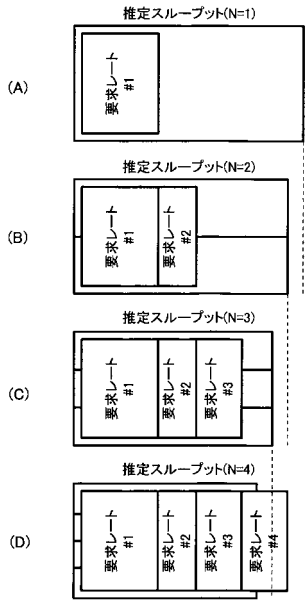
【図６】


START
S30
処理順決定
S31
i=1; n=1
S32
受信レベルからスループット推定
S33
総スループット算出
S34
総スループットは要求スループットの合計より大きい？
S35
No
Yes
S36
移動局iをWLANに割り当て
S37
移動局iをLTEに割り当て
n=n+1
S38
S41
i=i+1
Yes
i<N?
S39
No
END
S40

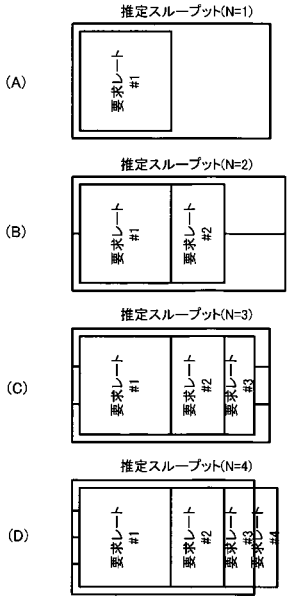
【図７】


スループット
f(Li)
Li
受信レベル
(A)
300-1
AP#1
100-1
100-2
100-3
MN#1
MN#2
MN#3
1Mbps
0.5Mbps
2Mbps
0.3Mbps
0.3Mbps
0.3Mbps
0.9Mbps
(推定スループット)
(総スループット)
100kpbs
(SNS)
100kpbs
(SNS)
0.5Mbps(1Mbps)
(映像配信)
0.52Mbps
(1.02Mbps)
(要求スループットの合計)
(B)

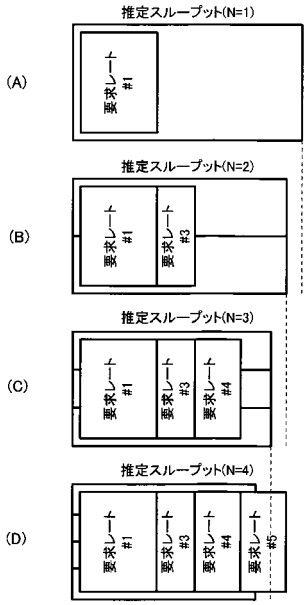
【図８】


推定スループット(N=1)
(A)
要求レート #1
推定スループット(N=2)
(B)
要求レート #1
要求レート #2
推定スループット(N=3)
(C)
要求レート #1
要求レート #2
要求レート #3
推定スループット(N=4)
(D)
要求レート #1
要求レート #2
要求レート #3
要求レート #4

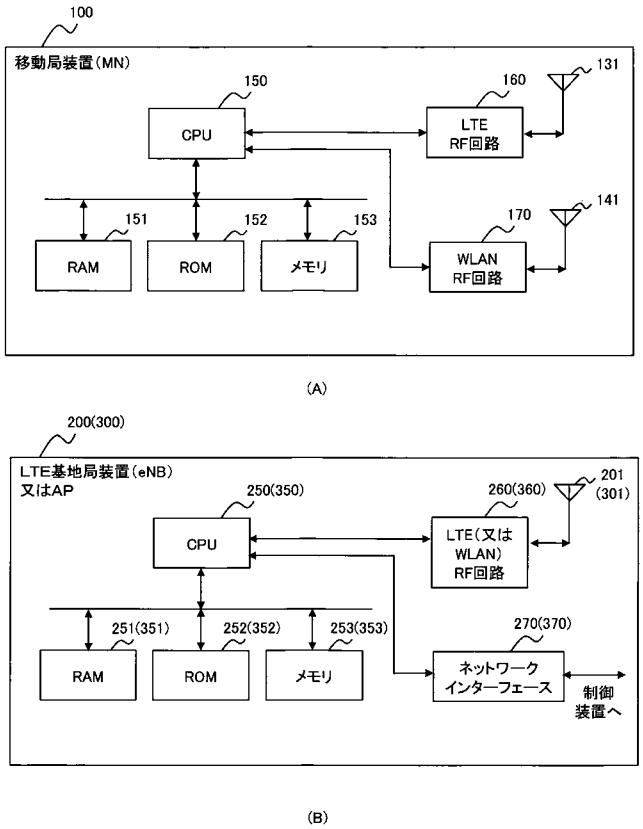
【図９】



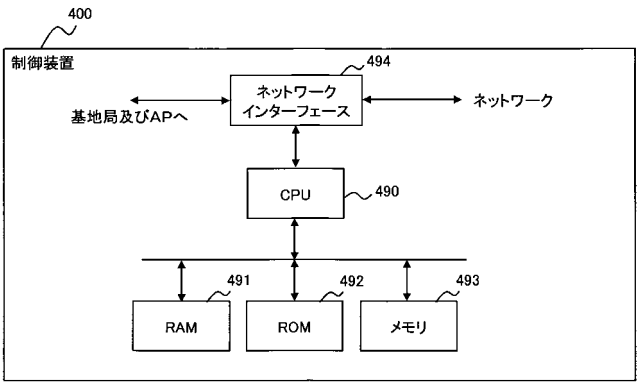
【図１０】



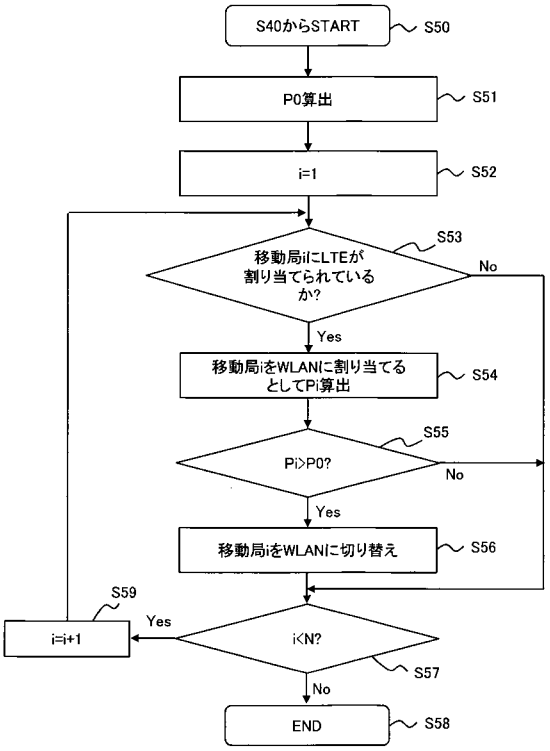
【図１１】



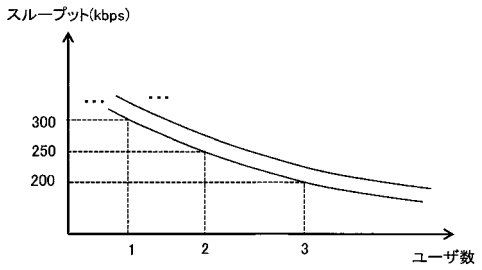
【図１２】



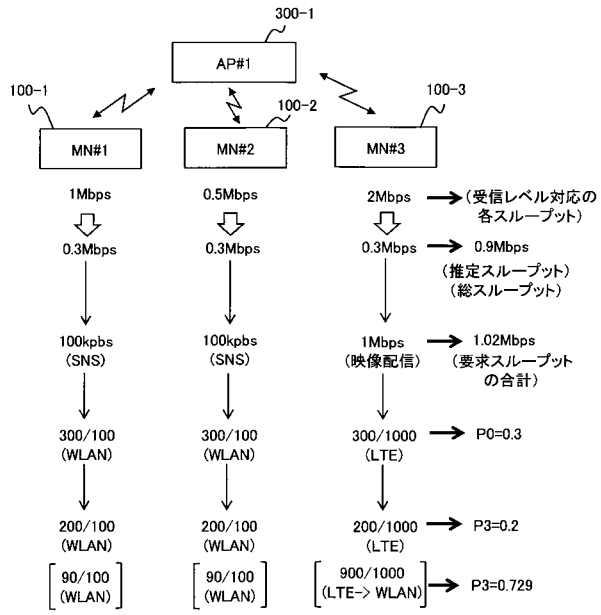
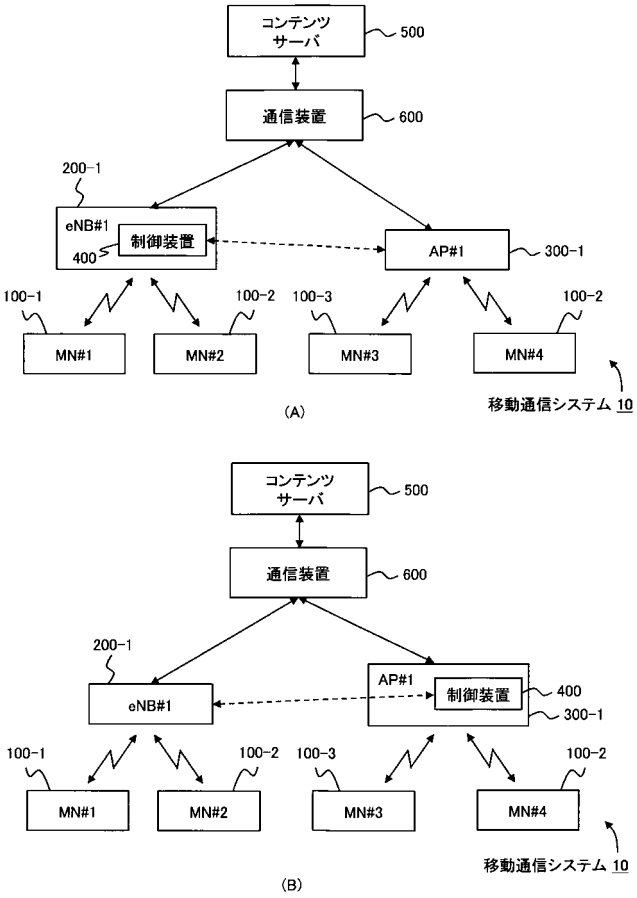
【図１３】



【図１４】



【図１５】



【図１６】