(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年2月4日(04.02.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/020414 A1

(51) 国際特許分類:
H04W 16/04 (2009.01) *H04W 88/08* (2009.01)
H04W 72/04 (2009.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2020/028967

(22) 国際出願日： 2020年7月29日(29.07.2020)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2019-138893 2019年7月29日(29.07.2019) JP
特願 2019-138894 2019年7月29日(29.07.2019) JP

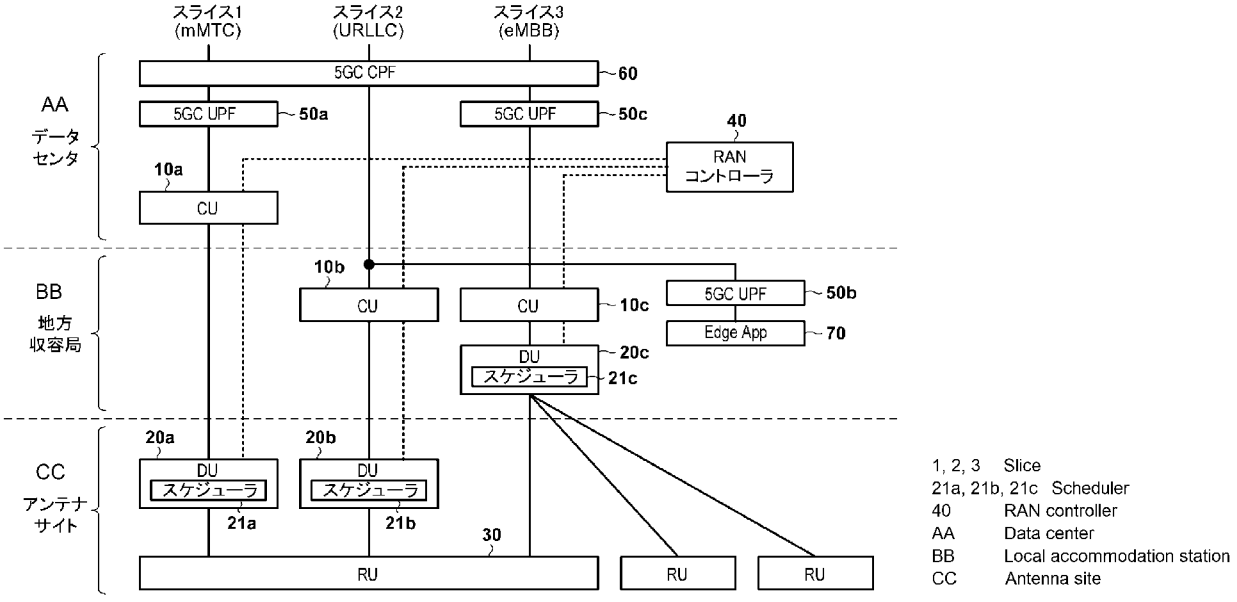
(71) 出願人：ＫＤＤＩ株式会社 (**KDDI CORPORATION**) [JP/JP]；〒1638003 東京都新宿区西新宿二丁目３番２号 Tokyo (JP).

(72) 発明者：寺部 滋郎(**TERABE, Shigeo**)；〒1638003 東京都新宿区西新宿二丁目３番２号ＫＤＤＩ株式会社内 Tokyo (JP). 山本 俊明(**YAMAMOTO, Toshiaki**)；〒1638003 東京都新宿区西新宿二丁目３番２号ＫＤＤＩ株式会社内 Tokyo (JP). 福田 隼斗(**FUKUDA, Hayato**)；〒1638003 東京都新宿区西新宿二丁目３番２号ＫＤＤＩ株式会社内 Tokyo (JP). 塚本 優(**TSUKAMOTO, Yuu**)；〒3568502 埼玉県ふじみ野市大原二丁目１番１５号株式会社ＫＤＤＩ総合研究所内 Saitama (JP). 平山 晴久(**HIRAYAMA, Haruhisa**)；〒3568502 埼玉県ふじみ野市大原二丁目１番１５号株式会社ＫＤＤＩ総合研究所内 Saitama (JP). 難波 忍(**NANBA, Shinobu**)；〒3568502 埼玉県ふじみ野市大原二丁目１番１５号株式会社ＫＤＤＩ総合研究所内 Saitama (JP).

(74) 代理人：大塚 康徳，外(**OHTSUKA, Yasunori** et al.)；〒1020094 東京都千代田区紀尾井町３番６号 紀尾井町パークビル７Ｆ Tokyo (JP).

(54) **Title:** CONTROL DEVICE, CONTROL METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称： 制御装置、制御方法及びプログラム



(57) **Abstract:** A plurality of schedulers 21 each corresponding to one or more slices perform scheduling of wireless resources for UE that uses corresponding slices within a same cell formed by a single RU30. A RAN controller 40 specifies, for each of the schedulers 21, the amount of wireless resources required for the scheduler in a prescribed period T, on the basis of data volume and communication quality of wireless communication performed by the UE within the cell. The RAN controller 40 further allocates, to each of the schedulers 21, the specified amount of wireless resources and a margin of wireless resources available for scheduling.

WO 2021/020414 A1

［続葉有］

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：それぞれ１つ以上のスライスに対応する複数のスケジューラ２１は、１つのＲＵ３０によって形成される同一のセル内で、対応するスライスを使用するＵＥに対して無線リソースのスケジューリングを行う。ＲＡＮコントローラ４０は、複数のスケジューラ２１のそれぞれについて、セル内のＵＥによる無線通信のデータ量及び通信品質に基づいて、所定期間Ｔにおいて各スケジューラに必要な無線リソースの量を特定する。更に、ＲＡＮコントローラ４０は、複数のスケジューラ２１のそれぞれに対して、特定された量の無線リソースと、スケジューリングに使用可能な無線リソースのマージンとを割り当てる。

明　細　書

発明の名称 ： 制御装置、制御方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、ネットワークスライシングを適用した基地局システムのための制御装置及び制御方法、並びに当該制御装置用のプログラムに関するものである。

背景技術

[0002] 第５世代（５Ｇ）移動通信システムでは、サービスタイプが大容量（ｅＭＢＢ：enhanced Mobile BroadBand）、超低遅延（ＵＲＬＬＣ：Ultra-Reliable and Low Latency Communications）、及び多接続（ｍＭＴＣ：massive Machine Type Communications）の三つに大別されており、それぞれのサービス要求が異なる。このように要件が異なるサービスを経済的かつ柔軟に提供するために、ネットワークスライシングが検討されている。

[0003] また、３ＧＰＰ Ｒｅｌｅａｓｅ１５として初版仕様が策定された５Ｇでは、ＤＵ（Distributed Unit）と称される論理ノードとＣＵ（Central Unit）と称される論理ノードとで基地局を構成し、ＤＵとＣＵとの間で基地局の機能分割を行うことが採用されている。ＤＵには、基地局機能（下位レイヤから順にＲＦ（Radio Frequency layer），ＰＨＹ（Physical layer），ＭＡＣ（Media Access Control layer），ＲＬＣ（Radio Link Control layer），ＰＤＣＰ（Packet Data Convergence Protocol layer））のうち、下位レイヤの機能が配置され、ＣＵには、その他の上位レイヤの機能が配置される。

[0004] このようにＤＵ及びＣＵに機能分割が行われた基地局システムに対して上述のネットワークスライシングが適用された場合、それぞれ１つ以上のスライスに対応する複数のスケジューラが、異なるＤＵにそれぞれ配置される。各スケジューラは、対応する１つ以上のスライス内の無線端末に対する無線リソースのスケジューリングを行う。ＲＦ及びＰＨＹ等の機能を有する１つの無線ユニット（ＲＵ：Radio Unit）を複数のＤＵが共有する構成では、複

数のスケジューラは、同じ基地局セル内で共通の無線リソースを用いてスケジューリングを行うことになる。このため、使用する無線リソースの競合がスケジューラ間（スライス間）で生じないように、無線リソースのアイソレーションを実現する必要がある。非特許文献１では、ネットワークスライシングを適用した場合に、スライス間のアイソレーションを確保するように、予め定められた配分率に基づいて、スケジューリング用の無線リソースを各スライスに配分する技術が提案されている。

先行技術文献

非特許文献

[0005] 非特許文献1：A. Ksentini and N. Nikaein ”Toward Enforcing Network Slicing on RAN:Flexibility and Resources Abstraction,” IEEE Communications Magazine, Jun. 2017, vol. 55, issue 6, pp. 102-108.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上述のような基地局システムでは、各スライスが提供するサービスの品質を維持しつつ、より適切に無線リソースを無線端末に対するスケジューリングに使用できるように、スケジューリング用の無線リソースを各スケジューラに配分する必要がある。

[0007] そこで、本発明は、ネットワークスライシングが適用された基地局システムにおいて、各スケジューラ（各スライス）に対して、スケジューリング用の無線リソースをより適切に配分する技術を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一態様の係る制御装置は、無線端末に対して無線リソースを割り当てるためのスケジューリングを行うスケジューラによって使用される無線リソースを制御する制御装置であって、それぞれ１つ以上のスライスに対応している複数のスケジューラであって、１つの無線ユニットによって形成さ

れる同一のセル内で、対応するスライスを使用する無線端末に対して無線リソースのスケジューリングを行う前記複数のスケジューラのそれぞれについて、前記セル内の無線端末による無線通信のデータ量及び通信品質に基づいて、所定期間において各スケジューラに必要な無線リソースの量を特定する特定手段と、前記複数のスケジューラのそれぞれに対して、前記特定手段によって特定された量の無線リソースと、前記スケジューリングに使用可能な無線リソースのマージンとを割り当てる割当手段と、を備えることを特徴とする。

[0009] 本発明の他の一態様の係る制御装置は、複数のスライスのそれぞれに対して、スライスごとのスケジューリングに用いられる無線リソースを割り当てる制御装置であって、予め定められた配分率に従って、前記複数のスライスのそれぞれに対して無線リソースの仮割り当て量を決定する決定手段と、スライスごとに、当該スライスに割り当てられる無線リソースの量と当該スライスについての通信品質とに基づいて求まる予測通信容量が、当該スライスに対して定められた目標値を満たすまで、前記仮割り当て量を上限として当該スライスに対して無線リソースを割り当てる第１割当手段と、前記複数のスライスのうち、前記目標値が満たされることなく前記第１割当手段により割り当てられた無線リソースの量が前記上限に達した１つ以上のスライスに対して、前記目標値が満たされたスライスに対して割り当てられなかった余剰の無線リソースを配分する第２割当手段と、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、ネットワークスライシングが適用された基地局システムにおいて、各スケジューラ（各スライス）に対して、スケジューリング用の無線リソースをより適切に配分することが可能になる。

[0011] 本発明のその他の特徴及び利点は、添付図面を参照とした以下の説明により明らかになるであろう。なお、添付図面においては、同じ又は同様の構成には、同じ参照番号を付す。

図面の簡単な説明

[0012] 添付図面は明細書に含まれ、その一部を構成し、本発明の実施の形態を示し、その記述と共に本発明の原理を説明するために用いられる。

[0013] [図1]基地局システムにおけるＣＵ、ＤＵ及びＲＵの機能構成例を示す図。

[図2]基地局システムの構成例を示す図。

[図3]ＲＡＮコントローラのハードウェア構成例を示すブロック図。

[図4]ＲＡＮコントローラの機能構成例を示すブロック図。

[図5]ＲＡＮコントローラにより実行される処理の手順を示すフローチャート。

[図6]基地局システムにおけるＣＵ、ＤＵ及びＲＵの配置の例を示す図。

[図7A]ＲＡＮコントローラにより使用されるＵＥ情報の例を示す図。

[図7B]ＲＡＮコントローラにより使用されるマージン情報の例を示す図。

[図8A]各ＤＵ（各スケジューラ）に対する無線リソース及びマージンの割り当ての例を示す図。

[図8B]各ＤＵ（各スケジューラ）に対する無線リソース及びマージンの割り当ての例を示す図。

[図9]基地局システムにおけるＣＵ、ＤＵ及びＲＵの配置の他の例を示す図。

[図10]ＲＡＮコントローラの機能構成例を示すブロック図。

[図11]複数のスライスへの無線リソースの割り当てのタイミングの例を示す図。

[図12]予測スループットを求めるためのＡＭＣ（Adaptive Modulation and Coding）マッピングテーブルの例を示す図。

[図13A]第１割当処理による無線リソースの割り当て結果の例を示す図。

[図13B]第２割当処理による無線リソースの割り当て結果の例を示す図。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、添付図面を参照して実施形態を詳しく説明する。なお、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではなく、また実施形態で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明に必須のものとは限らない。実施形態で説明されている複数の特徴のうち二つ以上の特徴は任意に組み合

わされてもよい。また、同一若しくは同様の構成には同一の参照番号を付し、重複した説明は省略する。

[0015] ［第１実施形態］

＜基地局の機能分割＞

基地局（基地局システム）は、一般に、下位レイヤの機能から上位レイヤの機能まで複数の機能（ＲＦ，...，ＰＤＣＰ）を有し、これらの機能はＤＵ及びＣＵに分割して配置される。

[0016] 図１は、基地局のそれぞれ異なるレイヤの複数の機能を、ＣＵ、ＤＵ及びＲＵに分割した構成の一例を示す図である。図１に示すように、本実施形態では、ＣＵ及びＤＵに加えて、ＲＦ及びＰＨＹ等の機能を有するＲＵを設ける。図１の基地局（基地局システム）は、ＣＵ１０、ＤＵ２０、及びＲＵ３０で構成され、ＣＵ１０は、コアネットワーク（５ＧＣ（5G Core）、ＥＰＣ（Evolved Packet Core）等）に接続され、ＤＵ２０は、ＣＵ１０とＲＵ３０との間に接続される。

[0017] ＤＵ２０は、基地局の機能のうちの、無線端末に無線リソースを割り当てるためのスケジューリングを行うスケジューリング機能を少なくとも有する。ＣＵ１０は、基地局の機能のうち、接続されたＤＵ２０が有する機能よりも上位レイヤの機能を有する。また、ＲＵ３０は、基地局の機能のうちの、電波の送受信機能に相当するＲＦの機能を少なくとも有する。

[0018] 図１の構成例では、ＤＵ２０は、スケジューリング機能に相当するＨｉｇｈ ＭＡＣの機能だけでなく、ＲＬＣ及びＬｏｗ ＭＡＣの機能も有しており、ＣＵ１０は、ＤＵ２０が有する機能より上位レイヤの機能である、ＳＤＡＰ（Service Data Adaptation Protocol layer）／ＲＲＣ（Radio Resource Control layer）及びＰＤＣＰの機能を有している。また、ＲＵ３０は、電波の送受信機能に相当するＲＦの機能だけでなく、ＰＨＹの機能も有している。なお、ＰＨＹの一部の機能のみをＲＵ３０に実装し、ＰＨＹの残りの機能をＤＵ２０に実装してもよい。

[0019] 上述のように、ネットワークスライシングが適用された基地局システムで

は、各スライスが提供するサービスの品質を維持しつつ、無線リソースを無駄なく無線端末に対するスケジューリングに使用できるように、スケジューリング用の無線リソースを各スケジューラに配分する必要がある。しかし、複数のスケジューラがそれぞれ必要とする無線リソースの量は、スケジューリング対象の無線端末の通信データ量及び無線通信品質に依存して変化する。このため、例えば各スケジューラに無線リソースを固定的に配分した場合、いずれかのスケジューラにおいて無線リソースが不足する又は余り過ぎる状況が生じる可能性がある。

[0020] また、いずれかのスケジューラにおいてスケジューリングに必要な無線リソースを確保できなければ、サービス自体を無線端末に提供できない状況が生じる可能性がある。例えば、ミッションクリティカルのサービスを提供するスライスにアクセスする無線端末に対しては、スケジューラが適切に無線リソースを割り当てられる必要がある。

[0021] そこで、本実施形態では、複数のスケジューラに対して、所定期間内の無線リソースのスケジューリングに適した量の無線リソースを割り当てるとともに、各スケジューラがより適切に無線リソースを確保できるようにする技術を提供する。以下では、図１に示される機能構成を一例として用いて、本実施形態に係る基地局システムの構成及び動作、並びに当該基地局システムの制御について具体的に説明する。

[0022] ＜基地局システムの構成＞

図２は、サービスタイプとしてｍＭＴＣ、ＵＲＬＬＣ及びｅＭＢＢに対応するスライス１～３が生成された、基地局システムの基本的な構成例を示す図である。なお、ＣＵ１０及びＤＵ２０は、ＲＡＮ（無線アクセスネットワーク）コントローラ４０によって制御及び管理がなされ、各スライスは、ＲＡＮコントローラ４０によって生成される。

[0023] 基地局システムは、１つ又は複数のＣＵ１０（１０ａ，１０ｂ，１０ｃ）、１つ又は複数のＤＵ２０（２０ａ，２０ｂ，２０ｃ）、及び１つのＲＵ３０で構成されている。ＣＵ１０ａ及びＤＵ２０ａはスライス１に、ＣＵ１０

ｂ及びＤＵ２０ｂはスライス２に、ＣＵ１０ｃ及びＤＵ２０ｃはスライス３に対応している。このように、複数のＣＵ１０は、それぞれ異なるスライスに対応しており、当該複数のＣＵ１０に対応する複数のＤＵ２０も同様である。なお、複数のＣＵ１０は、それぞれ１つ以上のスライスに対応していてもよい。また、複数のＤＵ２０は、それぞれ１つ以上のスライスに対応していてもよい。

[0024] ＤＵ２０は、基地局の機能のうちの無線リソースのスケジューリング機能（例えば、Ｈｉｇｈ ＭＡＣの機能）を少なくとも有する。ＤＵ２０は、それぞれ、アンテナサイトに配置されるか、又はアンテナサイトとデータセンタとの間（の地方収容局）に配置される。

[0025] ＣＵ１０は、それぞれが、ＤＵ２０のうちの異なる１つのＤＵとコアネットワークとの間に配置され、基地局の機能のうち、接続された当該１つのＤＵが有する機能よりも上位レイヤの機能（例えば、ＳＤＡＰ／ＲＲＣ及びＰＤＣＰの機能）を有する。図２の例では、ＣＵ１０ａ，１０ｂ，１０ｃは、それぞれ、異なる１つのＤＵ２０ａ，２０ｂ，２０ｃと接続される。

[0026] 単一のＲＵ３０は、基地局の機能のうちの電波の送受信機能（例えば、ＲＦの機能）を少なくとも有する。ＲＵ３０は、アンテナサイトに配置され、複数のＤＵ２０と接続される。これにより、複数のＤＵ２０を介して提供される複数のスライス１～３が、当該ＲＵ３０によって形成される同一のセル内で提供される。

[0027] このように、本実施形態の基地局システムは、スライス１～３のそれぞれに対応するＣＵ１０及びＤＵ２０と、複数のＤＵ２０と接続され、かつ、アンテナサイトに配置された単一のＲＵ３０とで構成されている。即ち、基地局システムは、スライスごとにＲＵを設けずに、複数のＤＵ及びＣＵを単一のＲＵに対して接続する（即ち、複数のＤＵ及びＣＵに対してＲＵを共通化する）構成を有している。これにより、単一のＲＵで複数のサービス（スライス）を収容可能にしている。

[0028] 本実施形態では、コアネットワーク又はＲＡＮに、ＲＡＮの機能を制御す

る制御装置であるＲＡＮコントローラ４０が設けられる。ＲＡＮコントローラ４０は、ＲＡＮ上の基地局システムと通信可能に接続される。ＲＡＮコントローラ４０は、ＲＡＮ上の１つ又は複数のＣＵ１０（１０ａ，１０ｂ，１０ｃ）及び１つ又は複数のＤＵ２０（２０ａ，２０ｂ，２０ｃ）に対して、サービス要件に対応したスライス１～３を設定（生成）する。なお、本実施形態においてＲＡＮコントローラ４０は、無線端末に対して無線リソースを割り当てるためのスケジューリングを行うスケジューラによって使用される無線リソースを制御する制御装置の一例として機能する。

[0029] 図２の構成例では、一例として５Ｇのネットワーク構成を想定しており、５ＧＣ ＣＰＦ（5GC Control Plane Function）６０は、５Ｇコアネットワークの制御処理機能群である。５ＧＣ ＵＰＦ（5G Core User Plane Function）５０（５０ａ，５０ｂ，５０ｃ）は、５Ｇコアネットワークのデータ処理機能群であり、スライスごとに設けられる。５ＧＣ ＵＰＦ５０ａはスライス１に、５ＧＣ ＵＰＦ５０ｂはスライス２に、５ＧＣ ＵＰＦ５０ｃはスライス３に対応している。

[0030] 図２の構成例では、スライス（サービス）に応じて、対応するＣＵ１０及びＤＵ２０の配置が異なっている。ＣＵ１０及びＤＵ２０の配置に依存して、基地局間連携（セル間協調）の性能、アプリケーションに与える遅延量、及びネットワークの利用効率等が異なる。このため、図２の構成例では、スライス（サービス）ごとに適したＣＵ１０及びＤＵ２０の配置がなされている。

[0031] スライス１（ｍＭＴＣスライス）については、ＣＵ１０ａは、コアネットワークが配置されているデータセンタに配置され、ＤＵ２０ａは、アンテナサイトに配置される。これは、統計多重効果によりデータセンタのコンピューティングリソースを効率的に利用可能にするためである。

[0032] スライス２（ＵＲＬＬＣスライス）については、ＣＵ１０ｂは、地方収容局に配置され、ＤＵ２０ｂは、アンテナサイトに配置される。これにより、ＭＥＣ（Multi-Access Edge Computing）を導入可能にし、低遅延化が実現さ

れる。本実施形態では、ＣＵ１０ｂは、エッジサイトに配置された、低遅延サービスを提供するためのアプリケーションを有するエッジサーバであるＥｄｇｅ　Ａｐｐ（Edge Application Server）７０と接続されている。なお、Ｅｄｇｅ　Ａｐｐ７０が配置されるエッジサイトは、ＣＵ１０ｂが配置される地方収容局であってもよい。

[0033] スライス３（ｅＭＢＢスライス）については、ＣＵ１０ｃ及びＤＵ２０ｃのいずれも、地方収容局に配置される。これにより、ＤＵ２０ｃを、それぞれ異なるアンテナサイトに配置される複数のＲＵ３０と接続可能にしている。図２の構成例では、ＤＵ２０ｃが、それぞれ異なるセルを形成する複数のＲＵ３０と接続されており、接続されたＲＵ間のセル間協調（例えば、ＣｏＭＰ（Coordinated Multi-Point Transmission/reception））のための処理を行う。このように、セル間協調を可能にすることで、無線通信品質を向上させることが可能である。

[0034] 図２に示されるように、ＤＵ２０ａ，２０ｂ，２０ｃは、それぞれ、無線リソースを無線端末に割り当てるためのスケジューリングを行うスケジューラ２１ａ，２１ｂ，２１ｃを含んでいる。図２の構成例では、スライス１，２に対応するスケジューラ２１ａ，２１ｂはアンテナサイトに配置され、スライス３に対応するスケジューラ２１ｃは地方収容局に収容されている。このように、スケジューラ２１ａ，２１ｂとスケジューラ２１ｃとで配置場所が異なっている。

[0035] スケジューラ２１ａ，２１ｂ，２１ｃがそれぞれ含まれるＤＵ２０ａ，２０ｂ，２０ｃは、上述のように、共通のＲＵ３０に接続されている。スケジューラ２１ａ，２１ｂ，２１ｃは、共通のＲＵ３０によって形成される同一のセル内で使用可能な共通の無線リソースを用いて、対応するスライスを使用する無線端末に対してスケジューリングを行う。各スケジューラ２１ａ，２１ｂ，２１ｃによるスケジューリングに用いられる無線リソースは、予めＲＡＮコントローラ４０から割り当てられる。

[0036] ＜装置構成＞

ＲＡＮコントローラ４０は、一例として、図３に示されるようなハードウェア構成を有する。具体的には、ＲＡＮコントローラ４０は、ＣＰＵ１０１、ＲＯＭ１０２、ＲＡＭ１０３、ＨＤＤ等の外部記憶デバイス１０４、及び通信デバイス１０５を有する。

[0037] ＲＡＮコントローラ４０では、例えばＲＯＭ１０２、ＲＡＭ１０３及び外部記憶デバイス１０４のいずれかに格納された、ＲＡＮコントローラ４０の各機能を実現するプログラムがＣＰＵ１０１によって実行される。なお、ＣＰＵ１０１は、ＡＳＩＣ（特定用途向け集積回路）、ＦＰＧＡ（フィールドプログラマブルゲートアレイ）、ＤＳＰ（デジタルシグナルプロセッサ）等の１つ以上のプロセッサによって置き換えられてもよい。

[0038] 通信デバイス１０５は、ＣＰＵ１０１により制御下で、制御対象のＣＵ１０及びＤＵ２０等の、外部装置との通信を行うための通信インタフェースである。ＲＡＮコントローラ４０は、それぞれ接続先が異なる複数の通信デバイス１０５を有していてもよい。

[0039] なお、ＲＡＮコントローラ４０は、後述する各機能を実行する専用のハードウェアを備えてもよいし、一部をハードウェアで実行し、プログラムを動作させるコンピュータでその他の部分を実行してもよい。また、全機能がコンピュータとプログラムにより実行されてもよい。

[0040] また、ＣＵ１０、ＤＵ２０及びＲＵ３０も、図３に示されるようなハードウェア構成を有していてもよい。ただし、ＲＵ３０は、通信デバイス１０５として、各ＤＵ２０との通信のための通信インタフェースの他に、無線端末との無線通信のための無線通信インタフェースも備えている。

[0041] 図４は、ＲＡＮコントローラ４０の機能構成例を示すブロック図である。本実施形態のＲＡＮコントローラ４０は、情報取得部４１、リソース制御部４２、割当通知部４３、及び情報記憶部４４を有する。本実施形態では、ＣＰＵ１０１による制御プログラムの実行により、ＣＰＵ１０１上でこれらの機能部が実現されるが、各機能部を実現する専用のハードウェアが設けられてもよい。なお、図４には、ＲＡＮコントローラ４０が有する機能のうち、

各スケジューラ２１（各ＤＵ２０）に対する無線リソースの割り当て（複数のスライスのそれぞれに対する、スライスごとのスケジューリングに用いられる無線リソースの割り当て）に関連する機能部のみが示されており、それ以外の機能に関連する機能部は省略されている。また、図４に示されるルール設定部４５は、後述する第３実施形態のＲＡＮコントローラ４０に設けられる。

[0042] 情報取得部４１は、リソース制御部４２による、各スケジューラ２１への無線リソースの割り当て（配分）のために必要となる情報を、ＣＵ１０、ＤＵ２０及びＲＵ３０の少なくともいずれかから取得する。例えば、情報取得部４１は、各ＤＵ２０に対応するスライスにアクセスする１つ以上の無線端末についての通信データ量及び通信品質を取得する。情報取得部４１は、取得した情報を、情報記憶部４４に格納する。

[0043] リソース制御部４２は、情報取得部４１によって取得された情報に基づいて、スケジューリング用の無線リソースを各スケジューラ２１（各ＤＵ２０）に割り当てる処理を行うことで、各スケジューラ２１によって使用される無線リソースを制御する。リソース制御部４２は、無線リソースの割り当てとともに、各スケジューラ２１がスケジューリングに使用可能な無線リソースのマージンの割り当ても行う。

[0044] 割当通知部４３は、リソース制御部４２による、各スケジューラ２１（各ＤＵ２０）に対する無線リソース及びマージンの割り当ての結果に従って、各スケジューラ２１に対して、無線リソース及びマージンの割り当てを示す通知を送信する。これにより、複数のスケジューラ２１（複数のＤＵ２０）に対する無線リソース及びマージンの割り当てが完了する。

[0045] 情報記憶部４４は、記憶デバイス（例えば、ＲＡＭ１０３又は外部記憶デバイス１０４）に設けられたデータベースに相当し、情報取得部４１によって取得された情報、及びリソース制御部４２による処理に使用される情報が格納される。

[0046] ＜無線リソース及びマージンの割当処理＞

本実施形態においてＲＡＮコントローラ４０は、所定の時間間隔で、各スケジューラ２１に対する無線リソースの割り当て（配分）を行う。また、ＲＡＮコントローラ４０は、無線リソースの割り当てとともに、各スケジューラ２１に対して、無線リソースの不足が生じた場合にスケジューリングに使用可能な無線リソースのマージンの割り当ても行う。

[0047] ここで、本実施形態のような基地局システムのアーキテクチャでは、スケジューラが異なる場所（サイトに）に配置されうる。図２の構成例では、スケジューラ２１ｃは、スケジューラ２１ａ，２１ｂとは異なる場所に配置されている。異なるスライスに対応する複数のスケジューラが異なる場所に配置されている場合、一般にスケジューリングの最小時間単位であるＴＴＩ（送信時間間隔）ごとに、各スケジューラ２１に対する無線リソースの割り当てを更新することは難しい。このため、ＲＡＮコントローラ４０は、ＴＴＩより長い（例えば、１００ＴＴＩの）時間間隔で、各スケジューラ２１に対する無線リソースの割り当て（割り当ての更新）を行う。

[0048] 図５は、本実施形態に係る、ＲＡＮコントローラ４０によって実行される割当処理の手順を示すフローチャートである。この割当処理は、少なくとも、ＲＵ３０によって形成されるセル内の無線端末（ＵＥ）に対してスライスを設定する際に、又は所定期間Ｔごとのタイミングに実行される。所定期間Ｔは、各スケジューラ２１に対する無線リソースの割り当てを行う、上述の時間間隔に相当する。本実施形態では、ＲＡＮコントローラ４０は、上りリンク及び下りリンクのそれぞれについて、図５の割当処理を実行する。

[0049] 以下では、ＣＵ１０、ＤＵ２０及びＲＵ３０の配置として、図６に示される配置例を想定して、割当処理の例を説明する。図６の配置例では、ＲＵがアンテナサイトに配置され、スライス１及び２に対応するＤＵ＃１が地方収容局に配置され、スライス１及び２に対応するＣＵ＃１がデータセンタに配置されている。また、スライス３に対応するＤＵ＃２及びＣＵ＃２が地方収容局に配置されている。なお、スライス１～３に対して、サービスレベルアグリーメント（ＳＬＡ）として、ＳＬＡ＃１、ＳＬＡ＃２及びＳＬＡ＃３が

それぞれ定められている。

[0050] まずＳ５１で、情報取得部４１は、ＲＵ３０によって形成されるセル内のＵＥによる無線通信のデータ量（通信データ量）及び通信品質を取得する。通信データ量は、例えば現時点から所定期間Ｔにおける、上りリンク又は下りリンクで送信予定のデータ量に相当する。また、通信品質は、各ＵＥが行う無線通信における、現時点の（瞬時的な）無線通信品質に相当し、例えば、信号対雑音比（Ｓ／Ｎ）によって表される。

[0051] 情報取得部４１は、セル内の各ＵＥから送信される上りリンクのデータ量を、各ＵＥからの通知によって取得する。各ＵＥは、使用するスライスに対応するスケジューラ２１に対して、上りリンクのデータ量を通知する。このため、情報取得部４１は、各ＵＥの上りリンクのデータ量の通知を、スケジューラ２１を介して取得しうる。また、下りリンクのデータ量については基地局側（スケジューラ２１）が把握している。このため、情報取得部４１は、スケジューラ２１からの通知によって、各ＵＥの下りリンクのデータ量を取得しうる。

[0052] また、情報取得部４１は、セル内のＵＥごとの上りリンクの通信品質として、ＲＵ３０による通信品質の測定結果を取得し、セル内のＵＥごとの下りリンクの通信品質として、各ＵＥによる通信品質の測定結果を取得する。上りリンクの通信品質の測定結果は、ＲＵ３０から取得されうる。下りリンクの通信品質の測定結果は、各ＵＥから、使用するスライスに対応するスケジューラ２１へ報告されることで、スケジューラ２１を介して取得されうる。

[0053] 情報取得部４１によって取得された、各ＵＥの通信データ量及び通信品質は、ＵＥ情報として情報記憶部４４に格納される。図７Ａは、各ＵＥの通信データ量及び通信品質を含む、ＤＵ（スケジューラ）ごとのＵＥ情報の例を示している。なお、上述のように、ＤＵ＃１は、スライス１（ＳＬＡ＃１）及びスライス２（ＳＬＡ＃２）用に使用され、ＤＵ＃２は、スライス３（ＳＬＡ＃３）用に使用されている。図７Ａに示されるように、ＵＥ情報において、各ＵＥは、使用するスライスのＳＬＡと、情報取得部４１によって取得

された通信データ量及び通信品質（Ｓ／Ｎ）と対応付けられている。

[0054] 次にＳ５２で、リソース制御部４２は、Ｓ５１で取得された、セル内の各ＵＥの通信データ量及び通信品質に基づいて、所定期間Ｔにおいて各スケジューラ２１（各ＤＵ）に必要な無線リソースの量を特定する。これにより、スケジューラ２１ごとに、所定期間Ｔにおいて必要になることが想定される無線リソースの量に応じて、無線リソースが不足する又は余り過ぎる状況が生じないように、適切な量の無線リソースを割り当てられるようにする。所定期間Ｔは、ＲＵ３０によって形成されるセル内のＵＥによる無線通信のデータ量及び無線品質の変動量が所定量以下となる期間として定められる。これにより、所定期間Ｔにおいて各スケジューラ２１（各ＤＵ）に必要となることが想定される無線リソースの量をより精度良く特定できる。また、そのような変動量が所定量以下となる範囲内で所定期間Ｔをできるだけ長くすることで、各スケジューラ２１に対する無線リソースの割り当ての精度を維持しながら、頻繁に割り当ての更新を行うのを避けることが可能になる。

[0055] 具体的には、リソース制御部４２は、セル内の各ＵＥの通信データ量及び通信品質に基づいて、ＵＥごとに、所定期間Ｔにおいて必要な無線リソースの量を求める。例えば、通信データ量が多いほど、ＵＥごとの必要無線リソースの量は多くなり、通信データ量が少ないほど、ＵＥごとの必要無線リソースの量は少なくなる。また、通信品質（Ｓ／Ｎ）が低いほど、ＵＥごとの必要無線リソースの量は多くなり、通信品質（Ｓ／Ｎ）が高いほど、ＵＥごとの必要無線リソースの量は少なくなる。

[0056] 更に、リソース制御部４２は、スケジューラ２１ごとに、対応するスライスを使用する１つ以上のＵＥに必要な無線リソースの合計量を、所定期間Ｔにおいて当該スケジューラに必要な無線リソースの量として求める。図７Ａの例では、ＤＵ＃１についての所定期間Ｔにおける必要無線リソースの量は、物理リソースブロック（ＰＲＢ）を単位として、ＵＥごとの必要無線リソースの合計量により１３００ＰＲＢと求められる。同様に、ＤＵ＃２についての所定期間Ｔにおける必要無線リソースの量は、１１００ＰＲＢと求めら

れる。なお、Ｔ＝１００ＴＴＩである場合、１ＴＴＩあたりの必要無線リソースの量は、ＤＵ＃１については１３ＰＲＢ、ＤＵ＃２については１１ＰＲＢと求められる。

[0057] 次にＳ５３で、リソース制御部４２は、複数のスケジューラ２１（複数のＤＵ）のそれぞれに対して割り当てるマージンであって、無線リソースの不足が生じた場合にスケジューリングに使用可能な無線リソースのマージンを決定する。このマージンの割り当てにより、各スケジューラ２１がより適切に必要な無線リソースを確保できるようにする。Ｓ５３では、所定期間Ｔにおける割り当て可能な無線リソースの総量から、Ｓ５２で特定された、各スケジューラ２１の必要無線リソースの量を差し引いた量の、残りの無線リソースが、所定の方法で、複数のスケジューラに対してマージンとして配分される。なお、マージンのより具体的な決定方法の例については、第２及び第３実施形態において説明する。

[0058] 最後にＳ５４で、リソース制御部４２は、複数のスケジューラ２１のそれぞれに対して、Ｓ５２で特定された量の無線リソースを、Ｓ５３で決定された、スケジューリングに使用可能な無線リソースのマージンとともに割り当てる。その後、割当通知部４３が、Ｓ５４における無線リソース及びマージンの割り当ての結果に従って、各スケジューラ２１に対して、無線リソース及びマージンの割り当てを示す通知を送信する。以上により、図５の手順による割当処理が終了する。

[0059] 図８Ａは、各ＤＵ（各スケジューラ２１）に対する無線リソース及びマージンの割り当ての例を示す図である。なお、図８Ａでは、１ＴＴＩにおける割り当て可能な無線リソースの総量を１００ＰＲＢとした場合の、１ＴＴＩにおける無線リソース及びマージンの割り当ての例を示している。この例では、ＤＵ＃１に対して、無線リソースとして１３ＰＲＢ、マージンとして１０ＰＲＢが割り当てられている。また、ＤＵ＃２に対して、無線リソースとして１１ＰＲＢ、マージンとして６６ＰＲＢが割り当てられている。なお、本例では、割り当て可能な無線リソースをＴＴＩごとに周波数方向において

分割して各ＤＵに割り当てているが、無線リソースの分割は時間方向において行われてもよい。周波数方向における分割は、遅延の観点で有利である一方、時間方向における分割は、スケジューラの複雑度が低くなる点で有利である。

[0060] リソース制御部４２によって複数のスケジューラ２１のそれぞれに割り当てられた無線リソースは、各スケジューラによって、対応するスライスを使用するＵＥに対するスケジューリングに使用される。また、複数のスケジューラ２１のそれぞれによるスケジューリングは、割り当てられた無線リソースに、割り当てられたマージンを加えた範囲内の無線リソースを用いて行われる。

[0061] 以上説明したように、本実施形態の基地局システムにおいて、それぞれ１つ以上のスライスに対応する複数のスケジューラ２１は、１つのＲＵ３０により形成される同一のセル内で、対応するスライスを使用するＵＥに対して無線リソースのスケジューリングを行う。ＲＡＮコントローラ４０は、複数のスケジューラ２１のそれぞれについて、セル内のＵＥによる無線通信のデータ量及び通信品質に基づいて、所定期間Ｔにおいて各スケジューラに必要な無線リソースの量を特定する。更に、ＲＡＮコントローラ４０は、複数のスケジューラ２１のそれぞれに対して、特定された量の無線リソースと、スケジューリングに使用可能な無線リソースのマージンとを割り当てる。

[0062] 本実施形態によれば、ＲＡＮコントローラ４０は、スケジューラ（ＤＵ）ごとに、所定期間Ｔにおいて各スケジューラに必要な無線リソースの量を特定し、特定した量の無線リソースを割り当てる。これにより、複数のスケジューラ２１に対して、所定期間Ｔ内の無線リソースのスケジューリングに適した量の無線リソースを割り当てることが可能になる。その結果、いずれかのスケジューラにおいて所定期間Ｔ内に無線リソースが不足する又は余り過ぎる状況が生じることを回避できる。また、ＲＡＮコントローラ４０は、複数のスケジューラ２１に対して、無線リソースの割り当てとともに、スケジューリングに使用可能な無線リソースのマージンの割り当てを行う。これに

より、各スケジューラがより適切に無線リソースを確保できるようにすることが可能になり、無線リソースを確保できないことに起因してサービス自体をＵＥに提供できない状況が生じることを回避できる。

[0063] ［第２実施形態］

第２実施形態では、第１実施形態で説明した、所定期間Ｔにおける残りの無線リソースを、各スケジューラ（各ＤＵ）に対してマージンとして配分する処理の具体例について説明する。以下では、第１実施形態と共通する部分については説明を省略する。

[0064] 本実施形態では、リソース制御部４２は、ＲＵ３０により形成されるセル内のＵＥがそれぞれ使用するスライスと、スライスごとに予め定められたマージン情報とに基づいて、残りの無線リソースを複数のスケジューラ２１に対してマージンとして配分する。ここで、残りの無線リソースとは、所定期間Ｔにおける割り当て可能な無線リソースの総量から、Ｓ５２（図５）で特定された、各スケジューラ２１の必要無線リソースの量を差し引いた量の無線リソースに相当する。即ち、残りの無線リソースは、Ｓ５２で特定された量の必要無線リソースの割り当て後の余剰の無線リソースに相当する。

[0065] より具体的には、リソース制御部４２は、複数のスケジューラ２１のそれぞれについての必要マージンを求め、求めた必要マージンに応じて、残りの無線リソースの配分を行う。スケジューラ（ＤＵ）ごとの必要マージンは、セル内において対応するスライスを使用する１つ以上のＵＥについての必要マージンの総和によって求めることができる。

[0066] ＵＥごとの必要マージンは、以下のように求められる。例えば、マージン情報は、各スライスをＵＥが使用する際に必要とするマージンそのものを示す情報として、予め定められ、情報記憶部４４に格納されていてもよい。この場合、リソース制御部４２は、情報記憶部４４に格納されたマージン情報を参照して、セル内の各ＵＥが使用するスライスに対応する必要マージンを、当該ＵＥの必要マージンとして取得する。

[0067] また、マージン情報は、対応するスライスをＵＥが使用するためのＵＥご

との必要マージンの算出に用いられる係数値であって、所定期間Ｔにおける
ＵＥごとの必要無線リソースの量に対して乗算される係数値を示す情報であ
ってもよい。この場合、リソース制御部４２は、情報記憶部４４に格納され
たマージン情報を参照して、セル内の各ＵＥが使用するスライスに対応する
係数値を取得し、Ｓ５２で求めた、当該ＵＥの必要無線リソースの量に対し
て当該係数値を乗算する。これにより、各ＵＥの必要無線リソースの量から
当該ＵＥの必要マージンが求められる。

[0068] 図７Ｂには、マージン情報の例として、スライス（ＳＬＡ）に対応付けら
れた、このような係数値（乗算値）の例が示されている。図７Ａに例示され
るＵＥ情報には、図７Ｂに例示される係数値を用いて必要無線リソースの量
から求められた各ＵＥの必要マージンが含められている。例えば、スライス
３（ＳＬＡ＃３）を使用するＵＥ＃５の必要無線リソース（７００ＰＲＢ）
に対して、ＳＬＡ＃３に対応する係数０．５が乗算されて、必要マージン（
３５０ＰＲＢ）が求められている。通信データ量及び必要無線リソースが０
であるＵＥについては、上述の係数値を用いて求められる必要マージンは０
になる。ただし、図７Ａの例におけるＵＥ＃６のように、必要無線リソース
が０であるＵＥに対して、必要マージンが０にならないように、通信品質（
Ｓ／Ｎ）に応じた必要マージンを与えることもできる。

[0069] ＵＥの必要マージンは、上述の方法に代えて又は上述の方法と組み合わせ
て、以下の方法で求められてもよい。例えば、ＵＥの必要マージンは、当該
ＵＥが使用するスライスに対して定められた優先度に基づいて求められても
よい。例えば、ミッションクリティカルのサービスのように優先度が高いサ
ービスを提供するスライスに対しては、高い優先度が設定され、ベストエフ
ォートのサービスのように優先度が低いサービスを提供するスライスに対し
ては、低い優先度が設定される。このような優先度に応じて、優先度が高い
スライスをＵＥが使用する場合には、当該ＵＥの必要マージンを大きくし、
優先度が低いスライスをＵＥが使用する場合には、当該ＵＥの必要マージン
を小さくしてもよい。

[0070] また、ＵＥの必要マージンは、当該ＵＥが使用するスライスに対して定められた許容遅延に基づいて求められてもよい。例えば、このような許容遅延に応じて、ダウンロードサービスのように許容遅延の大きいサービスを提供するスライスをＵＥが使用する場合、当該ＵＥの必要マージンを小さくしてもよい。一方、オンライン対戦ゲームのように許容遅延の小さいサービスを提供するスライスをＵＥが使用する場合、当該ＵＥの必要マージンを大きくしてもよい。

[0071] このようにして、スライスが提供するサービスに応じてＵＥの必要マージンを変化させることで、無線リソースの不足が生じた場合にサービス品質の低下による影響を小さくすることが可能になる。

[0072] また、ＵＥの必要マージンは、ＵＥに対してスケジューリングを行うスケジューラ２１を提供している事業者に対して定められた優先度に基づいて求められてもよい。図９には、複数の事業者（事業者Ａ及びＢ）によってＲＵが共有され、当該ＲＵに対して、それぞれ異なる事業者が提供する複数のＤＵが接続された、基地局システムの構成例が示されている。このような構成が採用された場合、事業者ごとのＤＵ（スケジューラ）に対して、優先度を予め定めてもよい。この場合、事業者ごとに定められた優先度に応じて、優先度が高い事業者が提供するＤＵ（スケジューラ）によるスケジューリングの対象となるＵＥについて、必要マージンを大きくしてもよい。また、優先度が低い事業者が提供するＤＵ（スケジューラ）によるスケジューリングの対象となるＵＥについて、必要マージンを小さくしてもよい。

[0073] リソース制御部４２は、上述のようにスケジューラ（ＤＵ）ごとの必要マージンを求めた後、複数のスケジューラ２１の必要マージンの比率に基づいて、残りの無線リソースの配分を行う。図７Ａの例によれば、ＤＵ＃１に対して、ＤＵ＃１の必要マージン（２６＋２０＋１００＋１７＝１６３［ＰＲＢ］）とＤＵ＃２の必要マージン（３５０＋５００＋２００＝１０５０［ＰＲＢ］）の比率に基づいて、残りの無線リソースの配分が行われる。例えば、図８Ａの例のように、１ＴＴＩにおける割り当て可能な無線リソースの総

量を１００ＰＲＢとし、ＤＵ＃１に対して１３ＰＲＢの無線リソース、ＤＵ＃２に対して１１ＰＲＢの無線リソースを割り当てた場合、残りの無線リソースは７６ＰＲＢである。この場合、残りの無線リソース（７６ＰＲＢ）を上記の比率に基づいて配分すると、図８Ａに示されるように、ＤＵ＃１に対して１０ＰＲＢのマージン、ＤＵ＃２に対して６６ＰＲＢのマージンが決定される。

[0074] 本実施形態によれば、複数のスケジューラ２１に対する無線リソースのマージンとして、無線リソースを確保できないことに起因してサービス自体をＵＥに提供できない状況が生じないように、適切な量のマージンを決定することが可能になる。

[0075] ［第３実施形態］

第３実施形態では、所定期間Ｔにおける残りの無線リソースを各スケジューラにマージンとして割り当てる（配分する）際に、スケジューラ間で重複するマージンの割り当てを行う例について説明する。以下では、第１及び第２実施形態と共通する部分については説明を省略する。

[0076] 本実施形態では、リソース制御部４２は、Ｓ５３（図５）において、複数のスケジューラ２１に割り当てられるマージンの総量が、残りの無線リソースの量を上回るように、当該残りの無線リソースの一部を、スケジューラ間で重複して割り当てる重複マージンとして決定する。この場合、各スケジューラ２１（各ＤＵ）によるマージンの使用状況によっては、同じ無線リソースにおいて複数のスケジューラによる使用が競合し、セル内の信号干渉又は無線リソースの割り当ての失敗が生じる可能性がある。しかし、あるスケジューラでは無線リソースが不足する一方で、他のスケジューラでは無線リソースが余るといった状況（即ち、マージンの分割損）が生じる可能性を低くすることができる。

[0077] ＜重複マージンの決定＞

本実施形態では、情報取得部４１は、重複マージンに対応する無線リソースについてスケジューラ間で重複してスケジューリングが行われた過去の実

績を示す実績情報を、情報記憶部４４に蓄積する。リソース制御部４２は、情報記憶部４４に蓄積されている実績情報に応じて、重複マージンを決定する。図８Ｂには、ＤＵ＃１のスケジューラとＤＵ＃２のスケジューラとの間で、残りの無線リソースのうちの一部が重複マージンとして決定された例が示されている。ＤＵ＃１のスケジューラとＤＵ＃２のスケジューラのいずれも、割り当てられた無線リソースだけでは不足が生じた場合に、この重複マージンの無線リソースをスケジューリングに使用することが可能である。

[0078] このような重複マージンの決定を実現するために、情報取得部４１は、複数のスケジューラ２１のそれぞれからスケジューリングの結果を取得し、当該複数のスケジューラによるスケジューリングの結果に基づいて、実績情報を情報記憶部４４に蓄積する。

[0079] リソース制御部４２は、情報記憶部４４により蓄積されている実績情報が示す、過去にスケジューラ間で重複してスケジューリングが行われた無線リソースの量に応じて、以後に割り当てる重複マージンの量を制御する。

[0080] また、リソース制御部４２は、複数のスケジューラ２１のうちのスケジューラの組み合わせごとに、スケジューラ間の重複マージンを決定してもよい。例えば、複数のスケジューラが、第１、第２及び第３スケジューラ（ＤＵ＃１、ＤＵ＃２及びＤＵ＃３）を含む場合、リソース制御部４２は、第１及び第２スケジューラ（ＤＵ＃１及びＤＵ＃２）の組み合わせに対する重複マージンの量が、第１及び第３スケジューラ（ＤＵ＃１及びＤＵ＃３）の組み合わせに対する重複マージンの量より多くなるように、重複マージンを決定してもよい。

[0081] このような重複マージンの決定では、ＲＵ３０により形成されるセル内のＵＥが使用する、各スケジューラに対応するスライスに対して定められた優先度に応じて、スケジューラの組み合わせごとの重複マージンの量が制御される。

[0082] ＜重複マージンの使用ルールの設定＞

本実施形態では、ＲＡＮコントローラ４０のルール設定部４５は、上述の

ように決定された重複マージンについて、リソース制御部４２によって割り当てられた重複マージンの使用のルールを、ＲＵ３０に対して設定する。ルール設定部４５は、重複マージンとして割り当てられた無線リソースがスケジューラ間で同時に使用されないようにするためのルールを設定する。これにより、同じ無線リソースにおいて複数のスケジューラによる使用が競合し、セル内の信号干渉又は無線リソースの割り当ての失敗が生じる可能性を低くする。

[0083] 図８Ｂには、このような重複マージンの使用ルールの例が示されている。本例では、ＤＵ＃１及びＤＵ＃２のスケジューラが、それぞれに割り当てられた、重複マージン以外のマージンの無線リソースを先に使用し、当該マージンの無線リソースを使い切った場合に重複マージンを使用するように、使用ルールが定められている。

[0084] また、ルール設定部４５は、セル内のＵＥが使用する、各スケジューラに対応するスライスに対して定められた優先度に応じて、使用ルールを設定してもよい。具体的には、ルール設定部４５は、優先度が高いスライスに対応するスケジューラによる、重複マージンに対応する無線リソースの割り当てが、優先度が低いスライスに対応するスケジューラによる、重複マージンに対応する無線リソースの割り当てより優先して行われるように、使用ルールを設定してもよい。

[0085] この場合、ルール設定部４５は、複数のスケジューラ２１のそれぞれに対応するスライスに対して定められた優先度を、ＲＵ３０に対して通知する。ＲＵ３０は、重複マージンに対応する無線リソースについて２つ以上のスケジューラ間で重複してスケジューリングが行われた場合、当該２つ以上のスケジューラのうちでいずれのスケジューラによる無線リソースの割り当てを優先するかを、通知された優先度に応じて決定する。

[0086] 以上説明したように、スケジューラ間で重複するマージンを複数のスケジューラに割り当てることにより、あるスケジューラでは無線リソースが不足する一方で、他のスケジューラでは無線リソースが余るといった状況が生じ

る可能性を低くすることができる。

[0087] 上述の第１乃至第３実施形態は種々の変更が可能である。例えば、図５のＳ５１～Ｓ５４の処理のうちＳ５１及びＳ５２の処理を各ＤＵ２０で行うように、基地局システムを構成することも可能である。具体的には、各ＤＵ２０が、各ＵＥの通信データ量及び通信品質に基づいて、当該ＤＵのスケジューラ２１に必要な無線リソースの量を特定し、特定結果をＲＡＮコントローラ４０へ通知してもよい。この場合、ＲＡＮコントローラ４０は、各ＤＵ２０から通知を受けて、上述の実施形態と同様にＳ５３及びＳ５４の処理を行いうる。

[0088] また、Ｓ５１及びＳ５２の処理に加えて、Ｓ５３の処理の少なくとも一部を各ＤＵ２０で行うように、基地局システムを構成することも可能である。具体的には、各ＤＵ２０が、ＵＥごとの必要マージンを取得し、取得結果をＲＡＮコントローラ４０へ通知してもよい。この場合、ＲＡＮコントローラ４０は、各ＤＵ２０からの通知を受けて、スケジューラ（ＤＵ）ごとの必要マージンを求め、最終的に各ＤＵに割り当てるマージンを決定するともに、上述の実施形態と同様にＳ５４の処理を行いうる。また、各ＤＵ２０が、ＵＥごとの必要マージンだけでなくＤＵごとの必要マージンも求め、それをＲＡＮコントローラ４０へ通知してもよい。この場合、ＲＡＮコントローラ４０は、各ＤＵ２０からの通知を受けて、最終的に各ＤＵに割り当てるマージンを決定するともに、上述の実施形態と同様にＳ５４の処理を行いうる。

[0089] ［第４実施形態］

以下では、本発明の第４乃至第７実施形態について更に説明する。

[0090] 上述のようにネットワークスライシングが適用された基地局システムでは、スライスごとのスケジューリングに用いられる無線リソースを各スライス（各スケジューラ）に対して割り当てる際に、各スライスのＳＬＡ（サービスレベルアグリーメント）の満足度を高める（各スライスが提供するサービス品質を高める）ことが求められうる。例えば、非特許文献２、B. Khodapanah, A. Awada, I. Viering, D. Oehmann, Meryem Simsek, and G. P. Fettwe

is, ”Fulfillment of Service Level Agreements via Slice-Aware Radio Resource Management in 5G Networks,” 2018 IEEE 87th Vehicular Technology Conference (VTC Spring), pp. 1-6, Jun. 2018. では、ネットワークスライシングを適用した場合に、各スライスのＳＬＡの満足度を高めるように、スケジューリング用の無線リソースを各スライスに配分する技術が提案されている。

[0091] しかし、上述の従来技術では、アイソレーションを確保しながらＳＬＡの満足度を高めるように、スケジューリング用の無線リソースを各スライスに配分する（割り当てる）ことはできていない。例えば、非特許文献２では、複数のスライスのＳＬＡの満足度を一律に高めようとして、無線環境が悪い無線端末が存在するスライスに対して無線リソースを割り当てすぎることで、他のスライスに対して割り当てるべき無線リソースが不足する状況が生じうる。この場合、スライス間のアイソレーションが確保できなくなる。

[0092] また、ＤＵ及びＣＵに機能分割が行われた基地局システムに対してネットワークスライシングが適用された場合、それぞれ異なるスライスに対応する複数のスケジューラが、それぞれ異なる場所（サイト）に配置される可能性がある。しかし、上述の従来技術は、複数のスケジューラがそれぞれ異なる場所に配置されることを想定しておらず、そのような場合には適用できない。

[0093] そこで、本実施形態では、ネットワークスライシングが適用された基地局システムにおいて、スライス間のアイソレーションを確保しながら、各スライスが提供するサービス品質を高めるように、各スライスに無線リソースの配分を行う技術を提供する。以下では、本実施形態に係る基地局システムの構成及び動作、並びに当該基地局システムの制御について具体的に説明する。本実施形態では、基地局システムは、第１乃至第３実施形態の基地局システムの構成（図１及び図２）と同様の構成を有する。

[0094] ＜装置構成＞

本実施形態において、ＲＡＮコントローラ４０は、第１乃至第３実施形態

と同様、一例として、図３に示されるようなハードウェア構成を有する。本実施形態においてＲＡＮコントローラ４０は、複数のスライスのそれぞれに対して、スライスごとのスケジューリングに用いられる無線リソースを割り当てる制御装置の一例として機能する。

[0095] なお、第１乃至第３実施形態と同様、ＲＡＮコントローラ４０は、後述する各機能を実行する専用のハードウェアを備えてもよいし、一部をハードウェアで実行し、プログラムを動作させるコンピュータでその他の部分を実行してもよい。また、全機能がコンピュータとプログラムにより実行されてもよい。

[0096] また、ＣＵ１０、ＤＵ２０及びＲＵ３０も、図３に示されるようなハードウェア構成を有していてもよい。ただし、ＲＵ３０は、通信デバイス１０５として、各ＤＵ２０との通信のための通信インタフェースの他に、無線端末との無線通信のための無線通信インタフェースも備えている。

[0097] 図１０は、本実施形態のＲＡＮコントローラ４０の機能構成例を示すブロック図である。本実施形態のＲＡＮコントローラ４０は、仮割当決定部５１、第１割当処理部５２、第２割当処理部５３、及び割当通知部５４を有する。本実施形態では、ＣＰＵ１０１による制御プログラムの実行により、ＣＰＵ１０１上でこれらの機能部が実現されるが、各機能部を実現する専用のハードウェアが設けられてもよい。なお、図１０には、ＲＡＮコントローラ４０が有する機能のうち、各スケジューラ２１に対する無線リソースの割り当て（複数のスライスのそれぞれに対する、スライスごとのスケジューリングに用いられる無線リソースの割り当て）に関連する機能部のみが示されており、それ以外の機能に関連する機能部は省略されている。

[0098] 仮割当決定部５１は、各スライスでスケジューリングに使用される無線リソースについてのスライス間のアイソレーションのために、複数のスライスのそれぞれに対する無線リソースの仮割り当てを行う。具体的には、仮割当決定部５１は、予め定められた配分率に従って、複数のスライスのそれぞれに対する無線リソースの仮割り当て（仮割り当て量）R_{tmp}を決定する。仮割当

決定部５１は、決定した仮割り当てR_{tmp}を、第１割当処理部５２へ出力する。

[0099] 第１割当処理部５２は、仮割り当てR_{tmp}を上限として、複数のスライスに対して無線リソースの割り当てを行う第１割当処理を行う。第１割当処理部５２は、複数のスライスに対して決定した無線リソースの割り当てR_{iso}を、第２割当処理部５３へ出力する。

[0100] 第２割当処理部５３は、第１割当処理部５２による割り当てに使用可能な全無線リソースのうち、第１割当処理部５２により割り当てられなかった余剰の無線リソースを、１つ以上のスライスに対して配分（再配分）する第２割当処理を行う。第２割当処理部５３は、複数のスライスに対して決定した無線リソースの割り当てＲを、最終的な割り当てとして出力する。

[0101] 割当通知部５４は、第２割当処理部５３によって決定された割り当てＲに基づいて、各スライスに対応するスケジューラ２１（２１ａ，２１ｂ，２１ｃ）に対して、スケジューリングに使用可能な無線リソースの割り当てを示す通知を送信する。これにより、複数のスライスに対する無線リソースの割り当てが完了する。

[0102] ＜各スライスへの無線リソースの割り当てタイミング＞

本実施形態では、ＲＡＮコントローラ４０は、所定の時間間隔ごとに、各スケジューラ２１（各スライス）に対する無線リソースの割り当て（配分）を行う。図１１は、各スケジューラに対する無線リソースの割り当てのタイミングの例を示す図である。

[0103] ここで、本実施形態のような基地局システムのアーキテクチャでは、スケジューラが異なる場所（サイト）に配置されうる。図２の構成例では、スケジューラ２１ｃは、スケジューラ２１ａ，２１ｂとは異なる場所に配置されている。異なるスライスに対応する複数のスケジューラが異なる場所に配置されている場合、一般にスケジューリングの最小時間単位であるＴＴＩ（送信時間間隔）ごとに、各スケジューラ（各スライス）に対する無線リソースの割り当てを更新することは難しい。

[0104] このため、図１１に示されるように、ＲＡＮコントローラ４０は、ＴＴＩ

より長い（例えば、１００ＴＴＩの）時間間隔ΔＴごとに、各スケジューラに対する無線リソースの割り当て（割り当ての更新）を行う。その際、ＲＡＮコントローラ４０は、過去の１つ以上の所定期間（時間間隔ΔＴ）において得られた入力パラメータに基づいて、次の所定期間（時間間隔ΔＴ）における、複数スライスに対する無線リソースの割り当て（配分）を行う。なお、入力パラメータの一例は、各スライスのＳＬＡ（サービスレベルアグリーメント）で定められたスループットに対応する目標値（目標スループット）、及び各スライスを使用する無線端末ごとのＳＩＮＲ（信号対干渉及び雑音比）である。また、各スライスにおける平均トラヒック要求も、入力パラメータの一例である。

[0105] ＜第１割当処理＞

上述のように、ネットワークスライシングが適用された場合の無線リソースのスケジューリングでは、スライスが互いに影響し合わないようにする、スライス間のアイソレーションを実現する必要がある。具体的には、スケジューラ２１ａ，２１ｂ，２１ｃが、互いに異なる無線リソースを用いて、対応するスライスを使用する無線端末に対するスケジューリングを行う必要がある。本実施形態のＲＡＮコントローラ４０は、仮割当決定部５１及び第１割当処理部５２により、このようなアイソレーションを確保するように、各スケジューラ２１（各スライス）に対する無線リソースの割り当てを行う。以下では、ＲＡＮコントローラ４０によって複数のＣＵ１０及び複数のＤＵ２０に対して設定されるスライスの数をＬとする。

[0106] 仮割当決定部５１は、予め定められた配分率に従って、複数の（Ｌ個の）スライスのそれぞれに対する無線リソースの仮割り当て量R_{tmp}を決定する。R_{tmp}は以下のように表される。

$$\mathbf{R}_{\mathrm{tmp}} = [r_{\mathrm{tmp},1} \quad r_{\mathrm{tmp},2} \quad \cdots \quad r_{\mathrm{tmp},L}]$$

$r_{tmp,s}$は、第１割当処理部５２による割り当てに使用可能な無線リソースの総量を基準とした、スライスｓ（ｓ＝１，２，...，Ｌ）に対する無線リソース

の配分率を表す。各スライスに対する配分率は、例えば、複数のスライスのそれぞれに対する、ＳＬＡで定められた目標スループット（後述する予測スループットの目標値）$T_{tgt,s}$の比として予め定められる。この場合、スライスに対して定められた目標スループットが高いほど、より大きな配分率が当該スライスに対して定められ、目標スループットが低いほど、より小さな配分率が当該スライスに対して定められる。

[0107] 本実施形態では、仮割当決定部５１は、第１割当処理部５２による割り当てに使用可能な無線リソースの総量を、予め定められた配分率に従って各スライスに配分するように、各スライスの仮割り当て量R_{tmp}を決定する。

[0108] 第１割当処理部５２は、仮割り当てR_{tmp}を上限として、複数の（Ｌ個の）スライスのそれぞれに対して無線リソースの割り当てを行うことで、無線リソースの割り当てR_{iso}を決定する。R_{iso}は以下のように表される。

$$\mathbf{R}_{\mathrm{iso}} = [r_{\mathrm{iso},1} \quad r_{\mathrm{iso},2} \quad \cdots \quad r_{\mathrm{iso},L}]$$

$r_{iso,s}$は、第１割当処理部５２による割り当てに使用可能な無線リソースの総量を基準とした、スライスｓ（ｓ＝１，２，...，Ｌ）に対する、第１割当処理における無線リソースの配分率を表す。

[0109] 具体的には、第１割当処理部５２は、スライスごとに、当該スライスに割り当てる無線リソースの量$r_{iso,s}$を０から徐々に増加させながら、予測通信容量（予測スループット）を求める。予測スループットは、スライスごとに、当該スライスに割り当てられる無線リソースの量と当該スライスについての通信品質とに基づいて求められる。スライスｓ（ｓ＝１，２，...，Ｌ）の予測スループットT_sは以下のように求められる。

[0110] まず、スライスｓを使用するユーザのうち、ユーザｉへの無線リソースの配分$r^i_{iso,s}$は、ラウンドロビンを用いると次式により表される。

$$r^{i}_{\mathrm{iso},s}(\mathbf{R}_{\mathrm{iso}}) = \frac{r_{\mathrm{iso},s}}{N_s}$$

ここで、N_sは、スライスｓ内のユーザ数を表す。予測スループットT_sは、シャノンの定理に基づいて、次式により求められる。

$$T_s(\mathbf{R}_{\mathrm{iso}}) = \sum_{i=1}^{N_s} r_{\mathrm{iso},s}^{i} \cdot n \cdot B \cdot \log_2\left(1+\gamma_s^i\right)$$

ここで、ｎは、第１割当処理部５２による割り当てに使用可能な物理リソースブロック（ＰＲＢ）の総数、Ｂは、１ＰＲＢ（単位無線リソース）当たりの周波数帯域幅［Ｈｚ］、$\gamma^i{}_s$は、スライスｓ内のユーザｉのＳＩＮＲを表す。なお、上式で用いたシャノンの定理は通信路限界を求めるものであるので、実際には、図１２に示されるようなテーブルを用いて、単位周波数当たりのビットレートが求められる。

[0111] このように、本実施形態の第１割当処理部５２は、スライスｓについての通信品質として、当該スライスを使用する無線端末ごとのＳＩＮＲ$\gamma^i{}_s$を使用して、予測スループットT_sを求める。

[0112] 第１割当処理部５２は、各スライスｓ（ｓ＝１，２，...，Ｌ）に割り当てる無線リソースの量$r_{iso,s}$を０から増加させていき、上述のように求められる予測スループットT_sが、当該スライスに対して定められた目標値（目標スループット$T_{tgt,s}$）を満たしている（$T_s \geqq T_{tgt,s}$）か否かを判定する。

[0113] 第１割当処理部５２は、スライスｓに割り当てる無線リソースの量を増加させる間に、予測スループットT_sが、目標スループット$T_{tgt,s}$に達すると、当該スライスに対する無線リソースの割り当てを停止する。また、第１割当処理部５２は、予測スループットT_sが目標スループット$T_{tgt,s}$に達することなく、スライスｓに割り当てた無線リソースの量$r_{iso,s}$が、上限である仮割り当て量$r_{tmp,s}$に達した場合にも、当該スライスに対する無線リソースの割り当てを停止する。

[0114] 図１３Ａは、第１割当処理部５２による無線リソースの割り当て結果の例を示す図である。なお、スライス数Ｌ＝４の場合を例として示している。図１３Ａの例では、スライス１及び３については、各スライスに割り当てる無

線リソースの$r_{iso,s}$が上限に達する前に、予測スループットT_sが目標スループット$T_{tgt,s}$に達している（即ち、ＳＬＡが満たされている）。この場合、上限である仮割り当て量$r_{tmp,s}$まで無線リソースの割り当てが行われずに、余剰の無線リソース（$r_{tmp,s}-r_{iso,s}$）が生じている。この余剰の無線リソースは、第２割当処理部５３による第２割当処理に使用されることで、他のスライスについてのＳＬＡの満足度を高めるために他のスライスに対して配分（再配分）される。

[0115] 一方、図１３Ａの例では、スライス２及び４については、予測スループットT_sが目標スループット$T_{tgt,s}$に達することなく、各スライスに割り当てる無線リソースの$r_{iso,s}$が、上限である仮割り当て量$r_{tmp,s}$に達している（即ち、$r_{iso,s}=r_{tmp,s}$）。この場合、目標スループットが満たされることなく割り当ての上限に達したスライス２及び４に対して、スライス１及び３についての余剰の無線リソースが、第２割当処理部５３による第２割当処理により更に割り当てられる。

[0116] このように、第１割当処理部５２は、スライスごとに、当該スライスに割り当てられる無線リソースの量と当該スライスについての通信品質（ＳＩＮＲ）とに基づいて求まる予測通信容量（予測スループットT_s）が、当該スライスに対して定められた目標値（目標スループット$T_{tgt,s}$）を満たすまで、仮割り当て量$r_{tmp,s}$を上限として当該スライスに対して無線リソースを割り当てる。これにより、第１割当処理部５２は、仮割り当てR_{tmp}に基づく無線リソースの割り当てR_{iso}を決定し、第２割当処理部５３へ出力する。

[0117] ＜第２割当処理＞

第２割当処理部５３は、第１割当処理部５２による割り当てに使用可能な全無線リソースのうち、第１割当処理部５２により割り当てられなかった余剰の無線リソースを、ＳＬＡを満たすために無線リソースが不足している１つ以上のスライスに対して配分（再配分）する第２割当処理を行う。

[0118] 本実施形態では、第２割当処理部５３は、複数の（Ｌ個の）スライスのうち、目標値（目標スループット$T_{tgt,s}$）が満たされることなく第１割当処理部

５２により割り当てられた無線リソースの量が、上限である仮割り当て量$r_{tmp,s}$に達した１つ以上のスライス（図１３Ａ及び１３Ｂの例では、スライス２及び４）に対して、目標値が満たされたスライス（図１３Ａ及び１３Ｂの例では、スライス１及び３）に対して割り当てられなかった余剰の無線リソースを配分する。

[0119] 具体的には、第２割当処理部５３は、まず、次式のように、第１割当処理部５２により割り当てられなかった無線リソースをリソースプールＰに追加する。

$$P = \sum_{s=1}^{L} \left(r_{\mathrm{tmp},s} - r_{\mathrm{iso},s} \right)$$

なお、第１割当処理部５２による第１割当処理において、各スライスに割り当てる無線リソース$r_{iso,s}$が、仮割り当て量$r_{tmp,s}$に達したスライス（図１３Ａ及び１３Ｂの例では、スライス１及び３）については、$r_{iso,s} = r_{tmp,s}$であるため、リソースプールＰに加えられる無線リソースの量は０となる。

[0120] ここで、リソースプールＰに含まれる無線リソースを再配分するための、複数の（Ｌ個の）スライスのそれぞれに対する無線リソースの配分率Ｒ’を、次式により定義する。

$$\mathbf{R}' = [r'_1 \;\; r'_2 \;\; \ldots \;\; r'_L]$$

r'_sは、第１割当処理部５２による割り当てに使用可能な無線リソースの総量を基準とした、スライスｓ（ｓ＝１，２，...，Ｌ）に対する、第２割当処理における無線リソースの配分率を表す。

[0121] 第２割当処理部５３は、第１割当処理において目標スループットＴ$_{tgt,s}$が満たされなかった１つ以上のスライスについて、目標スループットＴ$_{tgt,s}$に対する予測スループットの満足度（即ち、ＳＬＡの満足度）が最大化されるように、当該１つ以上のスライスに対して余剰の無線リソース（リソースプールＰに含まれる無線リソース）を配分する。

[0122] 具体的には、第２割当処理部５３は、最適化問題を解くことにより、次式のように評価関数Φ(Ｒ’)を最小化するＲ’を求める。

$$\min_{\mathbf{R}'} \Phi(\mathbf{R}')$$

ただし、以下を条件とする。

$$\sum_{s=1}^{L} r'_s \leq P$$

[0123] 上述の評価関数Φ(Ｒ’)は、スライスｓ（ｓ＝１，２，...，Ｌ）に対応するコスト関数Φ_s(Ｒ’)を用いて、次式により定義される。

$$\Phi(\mathbf{R}') = \sum_{s=1}^{L} w_s \Phi_s(\mathbf{R}')$$

ここで、w_sは、スライスｓ（ｓ＝１，２，...，Ｌ）に対して適用される重み、Φ_s(Ｒ’)は、次式により定義される、各スライスに対応するコスト関数を表す。

$$\Phi_s(\mathbf{R}') = \left(1 - \frac{A_s(\mathbf{R}')}{T_{\mathrm{tgt},s}}\right)^2$$

このコスト関数は、対応するスライスｓについての目標スループット$T_{tgt,s}$に対する予測スループットA_s(Ｒ’)の割合が所定値（例えば、１）に近いほど出力値が小さくなる。

[0124] 上述の評価関数Φ(Ｒ’)において各スライスに対応するコスト関数Φ_s(Ｒ’)に対して適用される重みw_sは、例えば、ＳＬＡで定められた目標スループット$T_{tgt,s}$に応じて定められる。評価関数Φ(Ｒ’)は、重みw_sに応じて重み付けが行われたコスト関数Φ_s(Ｒ’)の総和として定義されている。コスト関数Φ_s(Ｒ’)に対する、このような重みw_sに応じた重み付けにより、第２割当処理の

無線リソースに割り当てにおいて、ＳＬＡの満足度の観点でスライス間で公平性を確保することが可能になる。

[0125] 上述の評価関数Φ(Ｒ')に含まれるコスト関数Φ_s(Ｒ')を定義する、スライスｓの予測スループットは、次式により求められる。

$$A_s(\mathbf{R}') = \sum_{i=1}^{N_s} r_{\mathrm{iso},s}^{i} \frac{r_s}{N_s} \cdot n \cdot B \cdot \log_2\left(1+\gamma_s^i\right)$$

この予測スループットA_s(Ｒ')は、第１割当処理において求められる予測スループットT_sと同様、図１２に示されるようなテーブルを用いて求められる。上式におけるr_sは、次式のように、スライスｓに対する最終的なリソース割り当てを表す。

$$r_s = \begin{cases} r_{\mathrm{tmp},s} + r'_s & \left(T_s < T_{\mathrm{tgt},s}\right) \\ r_{\mathrm{iso},s} & \left(T_s \geq T_{\mathrm{tgt},s}\right) \end{cases}$$

[0126] ここで、第１割当処理の完了段階で、スライスｓについて、ＳＬＡで定められた目標スループット$T_{tgt,s}$が満たされている場合（$T_s \geqq T_{tgt,s}$）、即ち、ＳＬＡが満たされている場合、スライスｓに対して最終的に割り当てられる無線リソースの量r_sは、第１割当処理で割り当てられた量$r_{iso,s}$となる（$r_s = r_{iso,s}$）。一方、第１割当処理の完了段階で、スライスｓについて、ＳＬＡで定められた目標スループット$T_{tgt,s}$が満たされていない場合（$T_s < T_{tgt,s}$）、即ち、ＳＬＡが満たされていない場合、r_sは、第１割当処理で割り当てられた量$r_{tmp,s}$に、第２割当処理で割り当てられる量r'_sを加えた量となる（$r_s = r_{tmp,s} + r'_s$）。

[0127] 第２割当処理部５３は、上述の評価関数Φ(Ｒ')の出力値を最小化するように、第１割当処理において目標スループット$T_{tgt,s}$が満たされなかった１つ以上のスライスに対して、リソースプールＰに含まれる無線リソースを再配分する。即ち、第２割当処理部５３は、評価関数Φ(Ｒ')の出力値を最小化する

ようにR’を決定する。これにより、各スライスｓ（ｓ＝１，２，...，Ｌ）に対する最終的なリソース割り当てｒ$_s$が決定される。

[0128] 第２割当処理部５３は、次式で表される、複数の（Ｌ個の）スライスに対する無線リソースの割り当てＲを最終的な割り当てとして決定し、割当通知部５４へ出力する。

$$\mathbf{R} = [r_1 \quad r_2 \quad \ldots \quad r_L]$$

[0129] 図１３Ｂは、第２割当処理部５３による無線リソースの割り当て結果の例を示す図である。図１３Ｂの例では、図１３Ａに示される、スライス１及び３についての余剰の無線リソースが、上述の第２割当処理によりスライス２及び４に対して再配分されている。即ち、第１割当処理によりＳＬＡが満たされているスライス１及び３についての余剰の無線リソースが、残りのスライス２及び４についてのＳＬＡの満足度を高めるように、当該スライス２及び４に再配分されている。

[0130] 以上説明したように、本実施形態のＲＡＮコントローラ４０は、予め定められた配分率に従って、複数のスライスのそれぞれに対して無線リソースの仮割り当て量を決定する。ＲＡＮコントローラ４０は、スライスごとに、当該スライスについて求まる予測通信容量が、当該スライスに対して定められた目標値を満たすまで、仮割り当て量を上限として無線リソースを当該スライスに割り当てる。更に、ＲＡＮコントローラ４０は、目標値が満たされることなく、割り当てられた無線リソースの量が上限に達した１つ以上のスライスに対して、目標値が満たされたスライスに対して割り当てられなかった余剰の無線リソースを配分する。

[0131] 本実施形態によれば、ＲＡＮコントローラ４０は、第１割当処理において、スライスごとに決定した仮割り当て量を上限として、各スライスに対して無線リソースを割り当てる。これにより、各スライスに割り当てる無線リソースを増加させる際、仮割り当て量の範囲内では、ＳＬＡが満たされるまで（目標スループットＴ$_s$が満たされるまで）スライス間で独立した無線リソー

スの割り当てが行われる。ＲＡＮコントローラ４０は、ＳＬＡを満たしたスライスに対して無線リソースの割り当てを停止し、その余剰の無線リソースを、ＳＬＡを満たしていないスライスに対して第２割当処理で更に割り当てる。このようにして、スライス間でアイソレーションを確保しながら、第２割当処理により、各スライスが提供するサービス品質を高める（即ち、ＳＬＡの満足度を高める）ように、各スライスに無線リソースの配分を行うことが可能になる。

[0132] ［第５実施形態］

第５実施形態では、第２割当処理部５３による第２割当処理として、複数のスライスに対して予め設定された優先度に基づいて余剰の無線リソースの割り当て（再配分）を行う例について説明する。以下では、第４実施形態と異なる部分について説明する。

[0133] 本実施形態では、第２割当処理部５３による第２割当処理が第４実施形態と異なる。第２割当処理部５３は、第１割当処理において目標スループット（予測通信容量の目標値）が満たされなかった１つ以上のスライスのうち、予め設定された優先度が高いスライスから順に、各スライスに対して、余剰の無線リソースから無線リソースを割り当てる。その際、第２割当処理部５３は、各スライス（スライスｓ）の予測スループット$A_s(R')$を求め、当該予測スループットが目標スループット$T_{tgt,s}$を満たすまで、余剰の無線リソース（リソースプールＰ）から無線リソースを割り当てる。

[0134] より具体的には、第２割当処理部５３は、対象となるスライスのうち、優先度が高い順に、余剰の無線リソースが無くなるまで、対象となる各スライスに対して当該余剰の無線リソースからの無線リソースの割り当てを行う。例えば、図１３Ａの例では、第４実施形態と同様、スライス２及び４を対象として、第２割当処理が行われる。ここで、スライス４よりスライス２の方が、予め設定された優先度が高い場合には、スライス２に対する余剰の無線リソースの割り当ての完了後に、スライス４に対する余剰の無線リソースの割り当てが行われる。このような無線リソースの割り当て（再配分）が、余

剰の無線リソースが無くなるまで行われる。

[0135] このように、優先度に基づく第２割当処理によれば、第４実施形態の効果に加えて、優先度が高いスライスがＳＬＡを満たす可能性をより高めながら、各スライスに無線リソースの配分を行うことが可能になる。

[0136] 上述した各スライスに対して予め設定される優先度については、以下で説明するように、種々の設定が可能である。

[0137] ●ＳＩＮＲ（通信品質）に基づく優先度設定

第２割当処理部５３は、複数のスライスのそれぞれについての通信品質が高いほど優先度が高くなるように、当該複数のスライスに対する優先度を設定しうる。この場合、例えば、直前の所定期間（時間間隔ΔＴ）における平均ＳＩＮＲ（即ち、対象スライス内の全ユーザの全ＰＲＢに対するＳＩＮＲの平均値）が、優先度の設定用の通信品質として用いられる。このような優先度設定に基づいて第２割当処理を行うことにより、周波数利用効率をより高めることが可能になる。

[0138] ●許容遅延に基づく優先度設定

第２割当処理部５３は、複数のスライスのそれぞれについての許容遅延が小さいほど優先度が高くなるように、当該複数のスライスに対する優先度を設定しうる。このような優先度設定に基づいて第２割当処理を行うことにより、例えば、ＵＲＬＬＣに対応するスライスのような許容遅延の小さいスライスのために必要になるキューを、より短くすることが可能になる。

[0139] ●ＰＦ（Proportional Fairness）方式による優先度設定

第２割当処理部５３は、ＰＦ方式を用いて、複数のスライスに対する優先度を設定しうる。この場合、第２割当処理部５３は、複数のスライスのそれぞれについての、過去の複数の所定期間（ΔＴ）における単位無線リソース（１ＰＲＢ）あたりの予測スループット（予測通信容量）の平均値に対する、直前の所定期間（ΔＴ）における単位無線リソースあたりの予測スループットの比率が大きいほど、優先度が高くなるように、複数のスライスに対する優先度を設定する。

[0140] このような優先度設定に基づいて第２割当処理を行うことにより、通信品質とスライス間の公平性とを考慮して、第２割当処理において余剰の無線リソースの割り当てを行うことが可能になる。その結果、ＳＩＮＲが低い無線端末が存在するスライスに対しても、余剰の無線リソースの割り当て機会を与えることが可能になる。

[0141] ●ＳＬＡの達成率に基づく優先度設定

第２割当処理部５３は、目標スループット（予測通信容量の目標値）に対する、第１割当処理部５２による割当終了時の予測スループットの比率（即ち、ＳＬＡの達成度）が小さいほど、優先度が高くなるように、複数のスライスに対する優先度を設定しうる。このような優先度設定に基づいて第２割当処理を行うことにより、ＳＬＡの達成度の観点で、余剰の無線リソースの割り当てについてスライス間で公平性を高めることが可能になる。

[0142] ［第６実施形態］

第６実施形態では、第２割当処理部５３による第２割当処理として、複数のスライスに対してそれぞれ定められた重みに応じて余剰の無線リソースの割り当て（再配分）を行う例について説明する。以下では、第４及び第５実施形態と異なる部分について説明する。

[0143] 本実施形態では、第２割当処理部５３による第２割当処理が第４及び第５実施形態と異なる。第２割当処理部５３は、複数のスライスに対する重みをパラメータとして予め設定しておき、各スライスの重みの比率に応じて、第２割当処理において余剰の無線リソース（リソースプール）から無線リソースの配分を行う。具体的には、第２割当処理部５３は、第１割当処理において目標スループット（予測通信容量の目標値）が満たされなかった１つ以上のスライスに対してそれぞれ定められた重みに応じて、当該１つ以上のスライスに対して余剰の無線リソースを配分する。

[0144] このように、重みに基づく第２割当処理によれば、第１割当処理において目標スループットが満たされなかった１つ以上のスライスに対して、余剰の無線リソースを重みに応じて満遍なく配分することが可能になる。これによ

り、第５実施形態と異なり、優先度が高いスライスに対する割り当てによりリソースプールＰ内の無線リソースが無くなった場合に優先度が低いスライスに対して余剰の無線リソースは割り当てられない状況が生じることを避けることが可能になる。

[0145] 上述した各スライスに対して予め設定される重みについては、以下で説明するように、種々の設定が可能である。

[0146] ●ＰＦ方式による重み設定

第２割当処理部５３は、ＰＦ方式を用いて、複数のスライスに対する重みを設定しうる。この場合、第２割当処理部５３は、複数のスライスのそれぞれについて、過去の複数の所定期間（ΔＴ）における単位無線リソース（１ＰＲＢ）あたりの予測スループット（予測通信容量）の平均値に対する、直前の所定期間（ΔＴ）における単位無線リソースあたりの予測スループットの比率を、当該スライスに対する重みとして設定する。

[0147] このような重み設定に基づいて第２割当処理を行うことにより、通信品質とスライス間の公平性とを考慮して、第２割当処理において余剰の無線リソースの割り当て（配分）を行うことが可能になる。その結果、ＳＩＮＲが低い無線端末が存在するスライスに対しても、余剰の無線リソースの割り当て機会を与えることが可能になる。

[0148] ●ＳＬＡの達成率に基づく重み設定

第２割当処理部５３は、複数のスライスのそれぞれについて、目標スループット（予測通信容量の目標値）に対する、第１割当処理部５２による割当終了時の予測スループットの比率（即ち、ＳＬＡの達成度）の逆数を、当該スライスに対する重みとして設定する。

このような重み設定に基づいて第２割当処理を行うことにより、ＳＬＡの達成度の観点で、余剰の無線リソースの割り当てについてスライス間で公平性を高めることが可能になる。

[0149] ［第７実施形態］

第７実施形態では、第２割当処理部５３による第２割当処理として、第１

割当処理において行われた無線リソースの仮割り当て及び仮割り当てに基づく無線リソースに割り当てを、余剰の無線リソースが無くなるまで繰り返し行う例について説明する。以下では、第４乃至第６実施形態と異なる部分について説明する。

[0150] 本実施形態では、第２割当処理部５３は、第１割当処理において目標スループットが満たされなかった１つ以上のスライスに対して、仮割当決定部５１によって決定された仮割り当てR_{tmp}に基づいて、リソースプールＰに含まれる無線リソースの割り当てを繰り返す。

[0151] 具体的には、第２割当処理部５３は、まず、当該１つ以上のスライスのそれぞれに対して、予め定められた配分率（R_{tmp}）に従って余剰の無線リソース（リソースプールＰ）の仮割り当てを行う。更に、第２割当処理部５３は、各スライスに対して、予測スループットが目標スループットを満たすまで、当該仮割り当てが行われた無線リソースの量を上限として当該スライスに対して無線リソースを割り当てる。第２割当処理部５３は、第１割当処理と同様の、仮割り当て量を上限とした割り当てが完了すると、その時点での余剰のリソースで再びリソースプールＰを構成する。第２割当処理部５３は、上述の仮割り当てと、リソースプールＰに含まれる無線リソースの割り当てとを、余剰の無線リソースが無くなるまで繰り返す。

[0152] 本実施形態によれば、余剰の無線リソースが無くなるまで、仮割り当てR_{tmp}に基づいてリソースプールＰに含まれる無線リソースの配分が繰り返されることで、スライス間で無線リソースの配分の公平性を高めることが可能になる。

[0153] 上述の第１乃至第７実施形態に係る制御装置は、コンピュータを制御装置として機能させるためのコンピュータプログラムにより実現することができる。当該コンピュータプログラムは、コンピュータが読み取り可能な記憶媒体に記憶されて配布が可能なもの、又は、ネットワーク経由で配布が可能なものである。

[0154] 発明は上記の実施形態に制限されるものではなく、発明の要旨の範囲内で

、種々の変形・変更が可能である。

[0155] 本願は、２０１９年７月２９日提出の日本国特許出願特願２０１９－１３８８９３および２０１９年７月２９日提出の日本国特許出願特願２０１９－１３８８９４を基礎として優先権を主張するものであり、その記載内容の全てを、ここに援用する。

請求の範囲

[請求項1] 無線端末に対して無線リソースを割り当てるためのスケジューリングを行うスケジューラによって使用される無線リソースを制御する制御装置であって、

それぞれ１つ以上のスライスに対応している複数のスケジューラであって、１つの無線ユニットによって形成される同一のセル内で、対応するスライスを使用する無線端末に対して無線リソースのスケジューリングを行う前記複数のスケジューラのそれぞれについて、前記セル内の無線端末による無線通信のデータ量及び通信品質に基づいて、所定期間において各スケジューラに必要な無線リソースの量を特定する特定手段と、

前記複数のスケジューラのそれぞれに対して、前記特定手段によって特定された量の無線リソースと、前記スケジューリングに使用可能な無線リソースのマージンとを割り当てる割当手段と、

を備えることを特徴とする制御装置。

[請求項2] 前記特定手段は、

前記セル内の各無線端末による無線通信のデータ量及び通信品質に基づいて、無線端末ごとに、前記所定期間において必要な無線リソースの量を求め、

スケジューラごとに、対応するスライスを使用する１つ以上の無線端末に必要な無線リソースの合計量を、前記所定期間において当該スケジューラに必要な無線リソースの量として求める

ことを特徴とする請求項１に記載の制御装置。

[請求項3] 前記割当手段によって前記複数のスケジューラのそれぞれに割り当てられた無線リソースは、各スケジューラによって、対応するスライスを使用する無線端末に対する前記スケジューリングに使用される

ことを特徴とする請求項１又は２に記載の制御装置。

[請求項4] 前記複数のスケジューラのそれぞれによる前記スケジューリングは

、前記割り当てられた無線リソースに、前記割り当てられたマージンを加えた範囲内の無線リソースを用いて行われる

ことを特徴とする請求項１から３のいずれか１項に記載の制御装置。

[請求項5] 前記複数のスケジューラのそれぞれに対して前記割当手段により割り当てる前記マージンを決定する決定手段を更に備え、

前記決定手段は、前記所定期間における、前記割当手段により割り当て可能な無線リソースの総量から、前記特定手段によって特定された、各スケジューラに必要な無線リソースの量を差し引いた量の、残りの無線リソースを、前記複数のスケジューラに対して前記マージンとして配分する

ことを特徴とする請求項１から４のいずれか１項に記載の制御装置。

[請求項6] 前記決定手段は、前記セル内の無線端末がそれぞれ使用するスライスと、スライスごとに予め定められたマージン情報とに基づいて、前記残りの無線リソースの配分を行う

ことを特徴とする請求項５に記載の制御装置。

[請求項7] 前記決定手段は、前記セル内の無線端末がそれぞれ使用するスライスと、スライスごとに予め定められたマージン情報とに基づいて、前記複数のスケジューラのそれぞれについての必要マージンを求め、求めた前記必要マージンに応じて前記残りの無線リソースの配分を行う

ことを特徴とする請求項５又は６に記載の制御装置。

[請求項8] 前記決定手段は、前記複数のスケジューラの前記必要マージンの比率に基づいて、前記残りの無線リソースの配分を行う

ことを特徴とする請求項７に記載の制御装置。

[請求項9] 前記必要マージンは、前記セル内において対応するスライスを使用する１つ以上の無線端末についての必要マージンの総和によって求められる

ことを特徴とする請求項７又は８に記載の制御装置。

[請求項10] 前記マージン情報は、対応するスライスを無線端末が使用するための無線端末ごとの必要マージンを示す

ことを特徴とする請求項７から９のいずれか１項に記載の制御装置。

[請求項11] 前記マージン情報は、対応するスライスを無線端末が使用するための無線端末ごとの必要マージンの算出に用いられる係数値であって、前記所定期間における無線端末ごとの必要な無線リソースの量に対して乗算される係数値を示す

ことを特徴とする請求項７から９のいずれか１項に記載の制御装置。

[請求項12] 無線端末ごとの前記必要マージンは、当該無線端末が使用するスライスに対して定められた優先度に基づいて求められる

ことを特徴とする請求項９から１１のいずれか１項に記載の制御装置。

[請求項13] 無線端末ごとの前記必要マージンは、当該無線端末が使用するスライスに対して定められた許容遅延に基づいて求められる

ことを特徴とする請求項９から１２のいずれか１項に記載の制御装置。

[請求項14] 無線端末ごとの前記必要マージンは、当該無線端末に対して前記スケジューリングを行うスケジューラを提供している事業者に対して定められた優先度に基づいて求められる

ことを特徴とする請求項９から１３のいずれか１項に記載の制御装置。

[請求項15] 前記決定手段は、前記複数のスケジューラに割り当てられる前記マージンの総量が前記残りの無線リソースの量を上回るように、前記残りの無線リソースの一部を、スケジューラ間で重複して割り当てる重複マージンとして決定する

ことを特徴とする請求項５から１４のいずれか１項に記載の制御装置。

[請求項16] 前記重複マージンに対応する無線リソースについてスケジューラ間で重複して前記スケジューリングが行われた過去の実績を示す実績情報を蓄積する蓄積手段を更に備え、

前記決定手段は、前記蓄積手段により蓄積されている前記実績情報に応じて、前記重複マージンを決定する

ことを特徴とする請求項１５に記載の制御装置。

[請求項17] 前記蓄積手段は、前記複数のスケジューラのそれぞれから前記スケジューリングの結果を取得し、前記複数のスケジューラによる前記スケジューリングの結果に基づいて前記実績情報を蓄積する

ことを特徴とする請求項１６に記載の制御装置。

[請求項18] 前記決定手段は、前記蓄積手段により蓄積されている前記実績情報が示す、過去にスケジューラ間で重複して前記スケジューリングが行われた無線リソースの量に応じて、以後に割り当てる前記重複マージンの量を制御する

ことを特徴とする請求項１６又は１７に記載の制御装置。

[請求項19] 前記決定手段は、前記複数のスケジューラのうちのスケジューラの組み合わせごとに、スケジューラ間の前記重複マージンを決定する

ことを特徴とする請求項１６から１８のいずれか１項に記載の制御装置。

[請求項20] 前記複数のスケジューラは、第１、第２及び第３スケジューラを含み、

前記決定手段は、前記第１及び第２スケジューラの組み合わせに対する前記重複マージンの量を、前記第１及び第３スケジューラの組み合わせに対する前記重複マージンの量より多くする

ことを特徴とする請求項１９に記載の制御装置。

[請求項21] 前記決定手段は、前記セル内の無線端末が使用する、各スケジュー

ラに対応するスライスに対して定められた優先度に応じて、スケジューラの組み合わせごとの前記重複マージンの量を制御する

ことを特徴とする請求項１９又は２０に記載の制御装置。

[請求項22] 前記割当手段によって割り当てられた前記マージンの使用のルールであって、前記重複マージンとして割り当てられた無線リソースがスケジューラ間で同時に使用されないようにするためのルールを、前記無線ユニットに対して設定する設定手段を更に備える

ことを特徴とする請求項１５から２１のいずれか１項に記載の制御装置。

[請求項23] 前記設定手段は、前記セル内の無線端末が使用する、各スケジューラに対応するスライスに対して定められた優先度に応じて、優先度が高いスライスに対応するスケジューラによる、前記重複マージンに対応する無線リソースの割り当てが、優先度が低いスライスに対応するスケジューラによる、前記重複マージンに対応する無線リソースの割り当てより優先して行われるように、前記ルールを設定する

ことを特徴とする請求項２２に記載の制御装置。

[請求項24] 前記設定手段は、前記複数のスケジューラのそれぞれに対応するスライスに対して定められた優先度を、前記無線ユニットに対して通知し、

前記重複マージンに対応する無線リソースについて２つ以上のスケジューラ間で重複して前記スケジューリングが行われた場合、当該２つ以上のスケジューラのうちでいずれのスケジューラによる無線リソースの割り当てを優先するかが、前記通知された優先度に応じて前記無線ユニットによって決定される

ことを特徴とする請求項２２又は２３に記載の制御装置。

[請求項25] 前記特定手段は、前記所定期間ごとの、及び前記セル内の無線端末に対してスライスを設定する際の、少なくともいずれかのタイミングに、現時点からの前記所定期間において各スケジューラに必要な無線

リソースの量を特定する

ことを特徴とする請求項１から２４のいずれか１項に記載の制御装置。

[請求項26] 前記所定期間は、前記セル内の無線端末による無線通信のデータ量及び無線品質の変動量が所定量以下となる期間である

ことを特徴とする請求項１から２５のいずれか１項に記載の制御装置。

[請求項27] 前記特定手段は、

前記セル内の各無線端末から送信される上りリンクのデータ量を、各無線端末からの通知によって取得し、

前記セル内で各無線端末へ送信される下りリンクのデータ量を、前記複数のスケジューラからの通知によって取得する

ことを特徴とする請求項１から２６のいずれか１項に記載の制御装置。

[請求項28] 前記特定手段は、

前記セル内の無線端末ごとの上りリンクの通信品質として、前記無線ユニットによる通信品質の測定結果を取得し、

前記セル内の無線端末ごとの下りリンクの通信品質として、各無線端末による通信品質の測定結果を取得する

ことを特徴とする請求項１から２７いずれか１項に記載の制御装置。

[請求項29] 前記複数のスケジューラのそれぞれは、ＤＵ（Distributed unit）に配置され、

前記無線ユニット及び前記ＤＵは、基地局システムを構成し、

前記無線ユニットは、前記基地局システムのアンテナサイトに配置され、

前記制御装置は、前記基地局システムと通信可能に接続される

ことを特徴とする請求項１から２８のいずれか１項に記載の制御装

置。

[請求項30] 複数のスライスのそれぞれに対して、スライスごとのスケジューリングに用いられる無線リソースを割り当てる制御装置であって、

予め定められた配分率に従って、前記複数のスライスのそれぞれに対して無線リソースの仮割り当て量を決定する決定手段と、

スライスごとに、当該スライスに割り当てられる無線リソースの量と当該スライスについての通信品質とに基づいて求まる予測通信容量が、当該スライスに対して定められた目標値を満たすまで、前記仮割り当て量を上限として当該スライスに対して無線リソースを割り当てる第１割当手段と、

前記複数のスライスのうち、前記目標値が満たされることなく前記第１割当手段により割り当てられた無線リソースの量が前記上限に達した１つ以上のスライスに対して、前記目標値が満たされたスライスに対して割り当てられなかった余剰の無線リソースを配分する第２割当手段と、

を備えることを特徴とする制御装置。

[請求項31] 前記第１割当手段は、スライスごとに、当該スライスに割り当てる無線リソースの量を増加させる間に、当該スライスに割り当てた無線リソースの量が前記上限である前記仮割り当て量に達するか、又は、前記予測通信容量が前記目標値に達すると、当該スライスに対する無線リソースの割り当てを停止し、

前記余剰の無線リソースは、前記複数のスライスに対する前記仮割り当て量の総量から、前記第１割当手段により前記複数のスライスに対して割り当てられた無線リソースの総量を差し引いた量の無線リソースである

ことを特徴とする請求項３０に記載の制御装置。

[請求項32] 前記第２割当手段は、前記１つ以上のスライスについて前記目標値に対する前記予測通信容量の満足度が最大化されるように、前記１つ

以上のスライスに対して前記余剰の無線リソースの配分する

ことを特徴とする請求項３０又は３１に記載の制御装置。

[請求項33] 前記１つ以上のスライスにそれぞれ対応するコスト関数であって、対応するスライスについての前記目標値に対する前記予測通信容量の割合が所定値に近いほど出力値が小さくなるコスト関数を用いて、評価関数が定義され、

前記第２割当手段は、前記評価関数の出力値を最小化するように、前記１つ以上のスライスに対して前記余剰の無線リソースを配分する

ことを特徴とする請求項３０から３２のいずれか１項に記載の制御装置。

[請求項34] 前記１つ以上のスライスのそれぞれに対応する前記コスト関数に対して前記目標値に応じた重み付けが行われ、

前記評価関数は、前記１つ以上のスライスにそれぞれ対応する前記重み付けが行われたコスト関数の総和として定義される

ことを特徴とする請求項３３に記載の制御装置。

[請求項35] 前記第２割当手段は、前記１つ以上のスライスのうち、予め設定された優先度が高いスライスから順に、各スライスに対して、前記予測通信容量が前記目標値を満たすように前記余剰の無線リソースから無線リソースを割り当てる

ことを特徴とする請求項３０又は３１に記載の制御装置。

[請求項36] 前記第２割当手段は、前記優先度が高いスライスから順に、前記余剰の無線リソースが無くなるまで、各スライスに対して前記余剰の無線リソースからの無線リソースの割り当てを行う

ことを特徴とする請求項３５に記載の制御装置。

[請求項37] 前記複数のスライスのそれぞれについての前記通信品質が高いほど前記優先度が高くなるように、前記複数のスライスに対する前記優先度を設定する設定手段を更に備える

ことを特徴とする請求項３５又は３６に記載の制御装置。

[請求項38] 前記複数のスライスのそれぞれについての許容遅延が小さいほど前記優先度が高くなるように、前記複数のスライスに対する前記優先度を設定する設定手段を更に備える

ことを特徴とする請求項３５又は３６に記載の制御装置。

[請求項39] 前記複数のスライスのそれぞれについての、過去の複数の所定期間における単位無線リソースあたりの予測通信容量の平均値に対する、直前の前記所定期間における単位無線リソースあたりの予測通信容量の比率が大きいほど、前記優先度が高くなるように、前記複数のスライスに対する前記優先度を設定する設定手段を更に備える

ことを特徴とする請求項３５又は３６に記載の制御装置。

[請求項40] 前記複数のスライスのそれぞれについて、前記目標値に対する、前記第１割当手段による割当終了時の前記予測通信容量の比率が小さいほど、前記優先度が高くなるように、前記複数のスライスに対する前記優先度を設定する設定手段を更に備える

ことを特徴とする請求項３５又は３６に記載の制御装置。

[請求項41] 前記第２割当手段は、前記１つ以上のスライスに対してそれぞれ定められた重みに応じて、前記１つ以上のスライスに対して前記余剰の無線リソースを配分する

ことを特徴とする請求項３０又は３１に記載の制御装置。

[請求項42] 前記複数のスライスのそれぞれについて、過去の複数の所定期間における単位無線リソースあたりの予測通信容量の平均値に対する、直前の前記所定期間における前記単位無線リソースあたりの予測通信容量の比率を、当該スライスに対する前記重みとして設定する設定手段を更に備える

ことを特徴とする請求項４１に記載の制御装置。

[請求項43] 前記複数のスライスのそれぞれについて、前記目標値に対する、前記第１割当手段による割当終了時の前記予測通信容量の比率の逆数を、当該スライスに対する前記重みとして設定する設定手段を更に備え

る

ことを特徴とする請求項４１に記載の制御装置。

[請求項44] 前記第２割当手段は、前記１つ以上のスライスのそれぞれに対して、前記予め定められた配分率に従って前記余剰の無線リソースの仮割り当てを行い、かつ、前記予測通信容量が前記目標値を満たすまで、当該仮割り当てが行われた無線リソースの量を上限として当該スライスに対して無線リソースを割り当てる処理を、前記余剰の無線リソースが無くなるまで繰り返す

ことを特徴とする請求項３０又は３１に記載の制御装置。

[請求項45] 前記決定手段は、前記第１割当手段による割り当てに使用可能な無線リソースの総量を、前記予め定められた配分率に従って各スライスに配分するように、各スライスの仮割り当て量を決定する

ことを特徴とする請求項３０から４４のいずれか１項に記載の制御装置。

[請求項46] 前記予め定められた配分率は、前記複数のスライスのそれぞれに対する前記目標値の比として定められる

ことを特徴とする請求項３０から４５のいずれか１項に記載の制御装置。

[請求項47] 前記第１割当手段は、前記通信品質として、対応するスライスを使用する無線端末ごとのＳＩＮＲ（信号対干渉及び雑音比）を使用して前記予測通信容量を求める

ことを特徴とする請求項３０から４６のいずれか１項に記載の制御装置。

[請求項48] 前記目標値は、各スライスのＳＬＡ（サービスレベルアグリーメント）で定められたスループットに対応する目標値である

ことを特徴とする請求項３０から４７のいずれか１項に記載の制御装置。

[請求項49] 前記第１及び第２割当手段は、前記複数のスライスにそれぞれ対応

する複数のスケジューラに対して無線リソースの割り当てを行い、

前記複数のスケジューラのそれぞれは、１つの無線ユニットによって形成される同一のセル内で、所定期間ごとに、前記第１及び第２割当手段により割り当てられた無線リソースを用いて、対応するスライスを使用する無線端末に対して無線リソースを割り当てるためのスケジューリングを行う

ことを特徴とする請求項３０から４８のいずれか１項に記載の制御装置。

[請求項50] 前記複数のスケジューラは、１つまたは複数のＤＵ（Distributed unit）に配置され、

前記無線ユニット及び前記１つまたは複数のＤＵは、基地局システムを構成し、

前記無線ユニットは、前記基地局システムのアンテナサイトに配置され、

前記制御装置は、前記基地局システムと通信可能に接続される

ことを特徴とする請求項４９に記載の制御装置。

[請求項51] 無線端末に対して無線リソースを割り当てるためのスケジューリングを行うスケジューラによって使用される無線リソースを制御する制御装置によって実行される制御方法であって、

それぞれ１つ以上のスライスに対応している複数のスケジューラであって、１つの無線ユニットによって形成される同一のセル内で、対応するスライスを使用する無線端末に対して無線リソースのスケジューリングを行う前記複数のスケジューラのそれぞれについて、前記セル内の無線端末による無線通信のデータ量及び通信品質に基づいて、所定期間において各スケジューラに必要な無線リソースの量を特定する特定工程と、

前記複数のスケジューラのそれぞれに対して、前記特定工程で特定された量の無線リソースと、前記スケジューリングに使用可能な無線

リソースのマージンとを割り当てる割当工程と、

を含むことを特徴とする制御方法。

[請求項52] 複数のスライスのそれぞれに対して、スライスごとのスケジューリングに用いられる無線リソースを割り当てる制御装置によって実行される制御方法であって、

予め定められた配分率に従って、前記複数のスライスのそれぞれに対して無線リソースの仮割り当て量を決定する決定工程と、

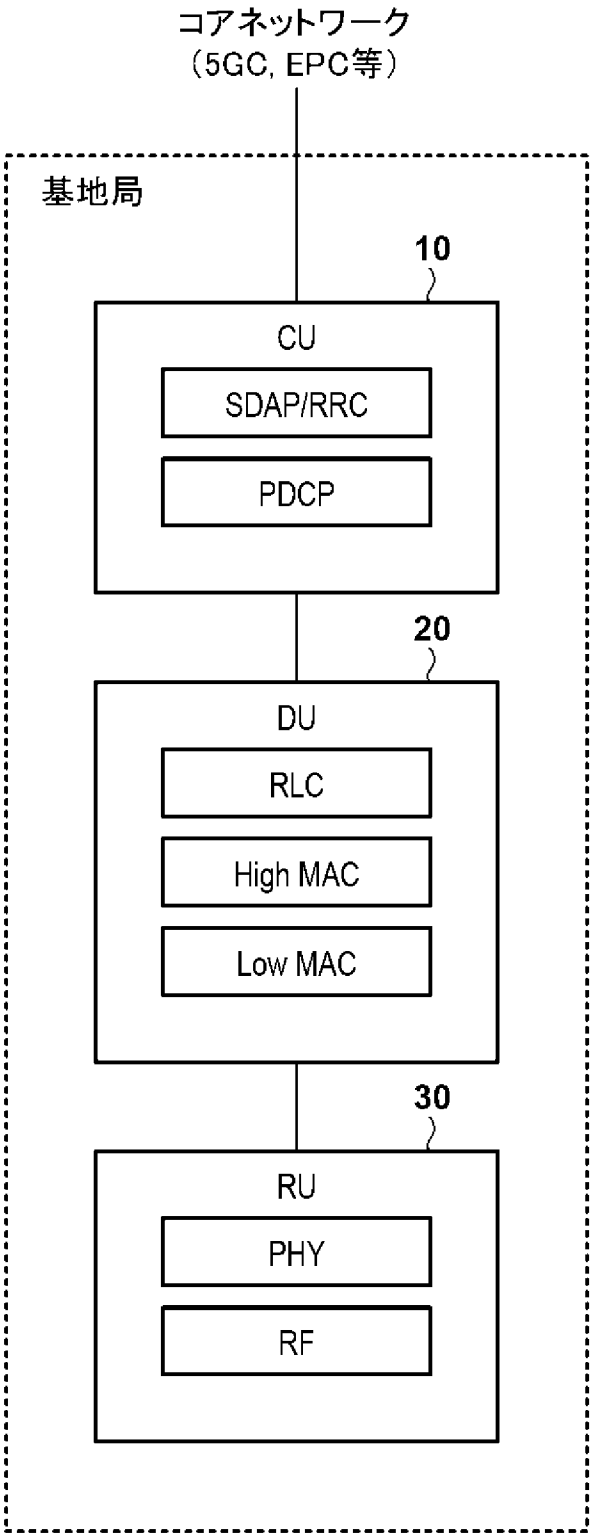
スライスごとに、当該スライスに割り当てられる無線リソースの量と当該スライスについての通信品質とに基づいて求まる予測通信容量が、当該スライスに対して定められた目標値を満たすまで、前記仮割り当て量を上限として当該スライスに対して無線リソースを割り当てる第１割当工程と、

前記複数のスライスのうち、前記目標値が満たされることなく前記第１割当工程で割り当てられた無線リソースの量が前記上限に達した１つ以上のスライスに対して、前記目標値が満たされたスライスに対して割り当てられなかった余剰の無線リソースを配分する第２割当工程と、

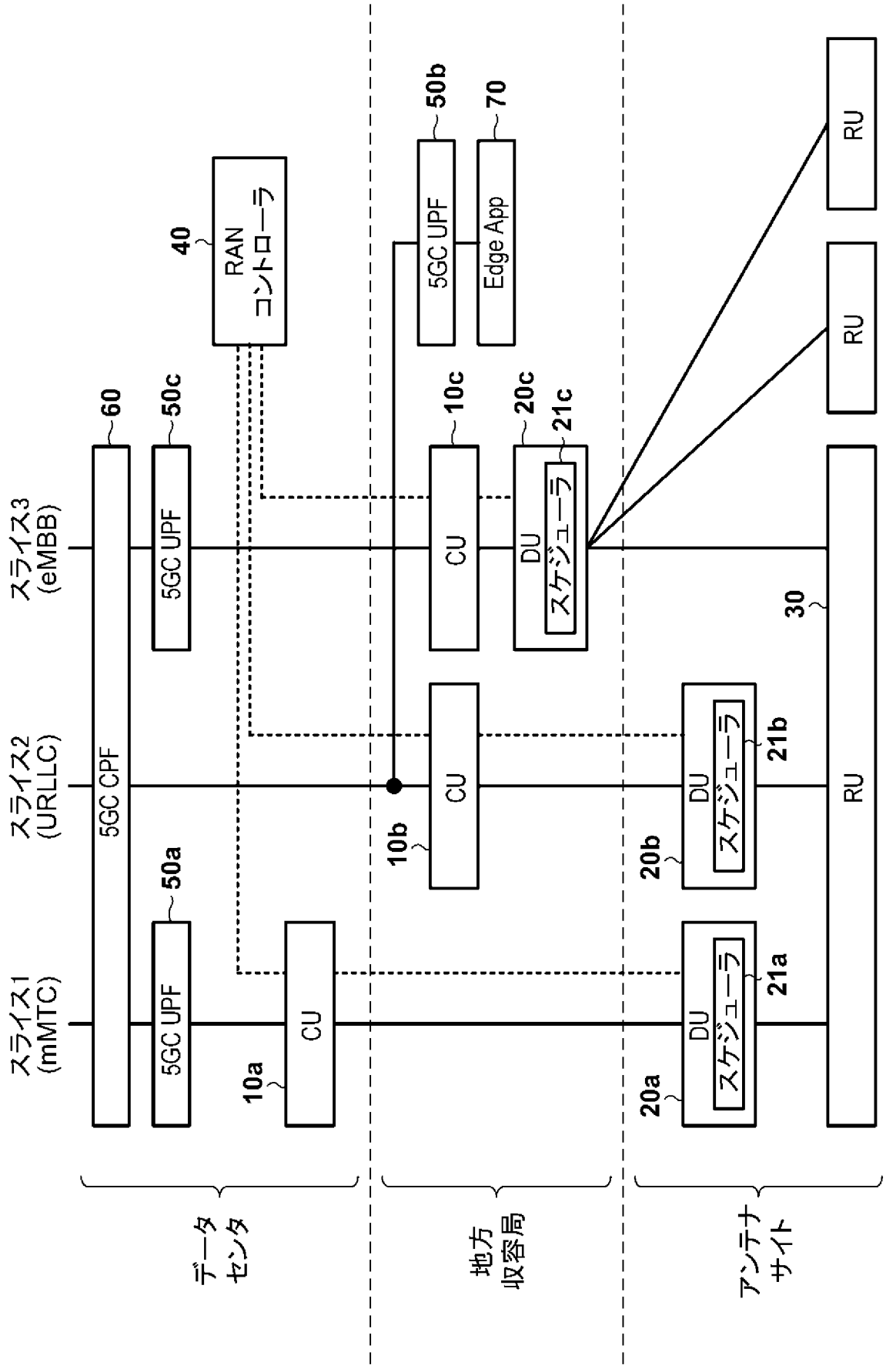
を含むことを特徴とする制御方法。

[請求項53] 制御装置が備えるコンピュータに、請求項５１又は５２に記載の制御方法を実行させるためのプログラム。

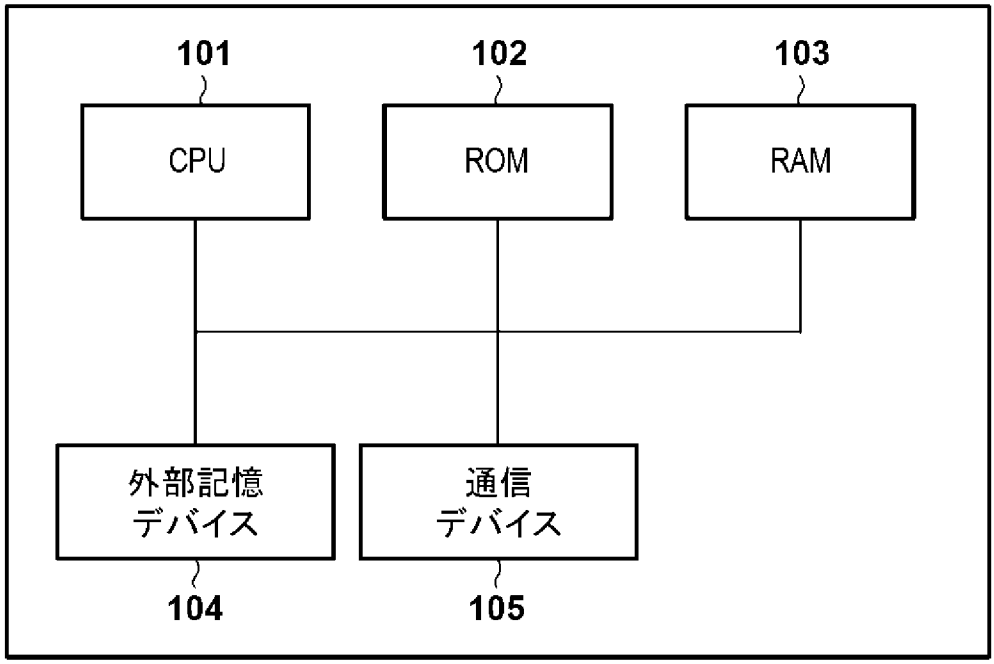
[図1]


コアネットワーク
（5GC, EPC等）
基地局
10
CU
SDAP/RRC
PDCP
20
DU
RLC
High MAC
Low MAC
30
RU
PHY
RF

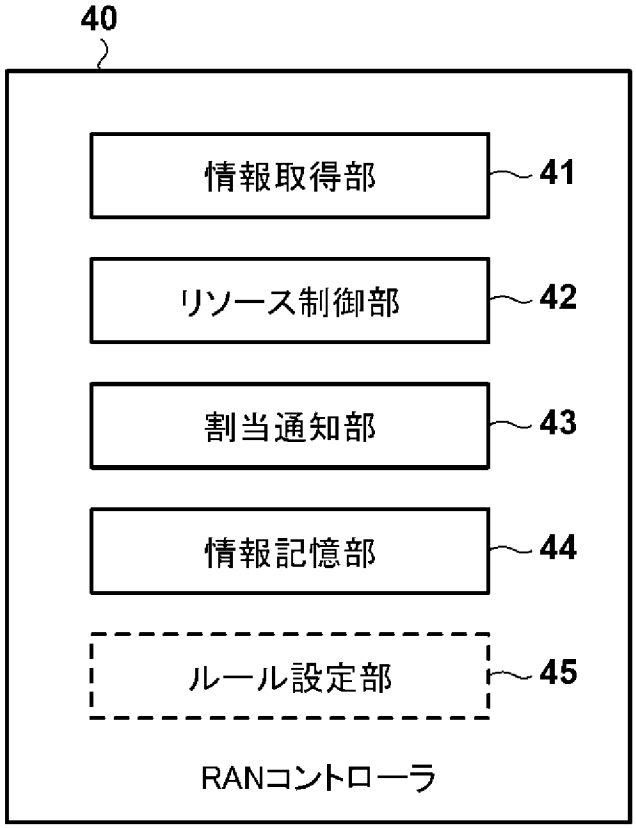
[図2]


データセンタ
地方収容局
アンテナサイト
スライス1 (mMTC)
スライス2 (URLLC)
スライス3 (eMBB)
5GC CPF
5GC UPF
CU
DU
スケジューラ
RAN コントローラ
Edge App
RU
10a
10b
10c
20a
20b
20c
21a
21b
21c
30
40
50a
50b
50c
60
70

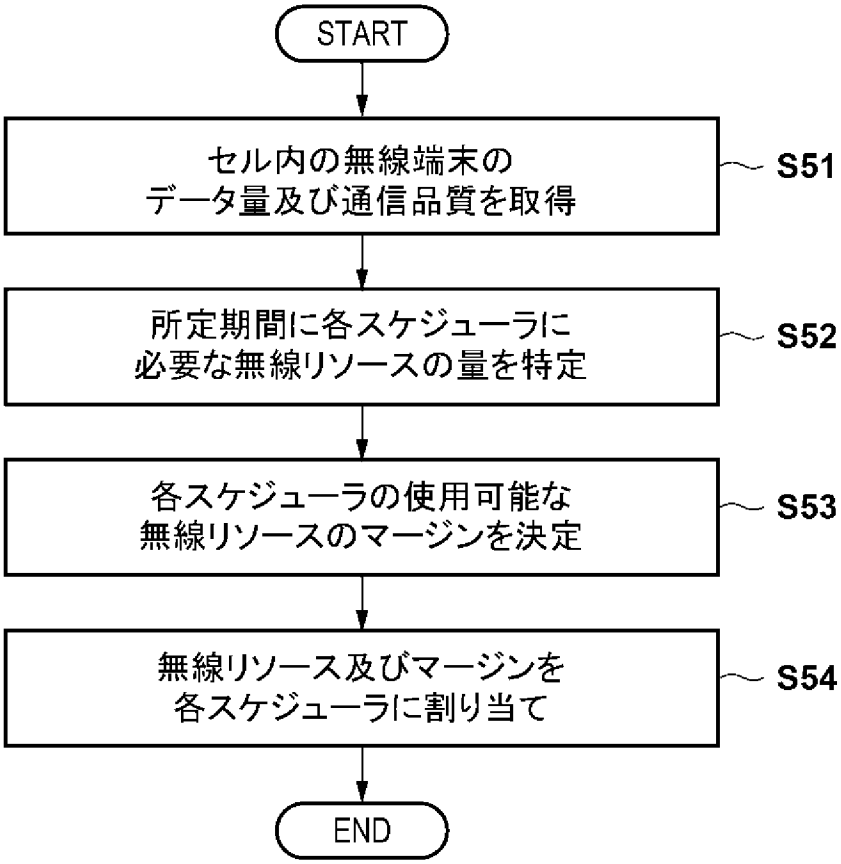
[図3]


101
102
103
CPU
ROM
RAM
外部記憶
デバイス
通信
デバイス
104
105

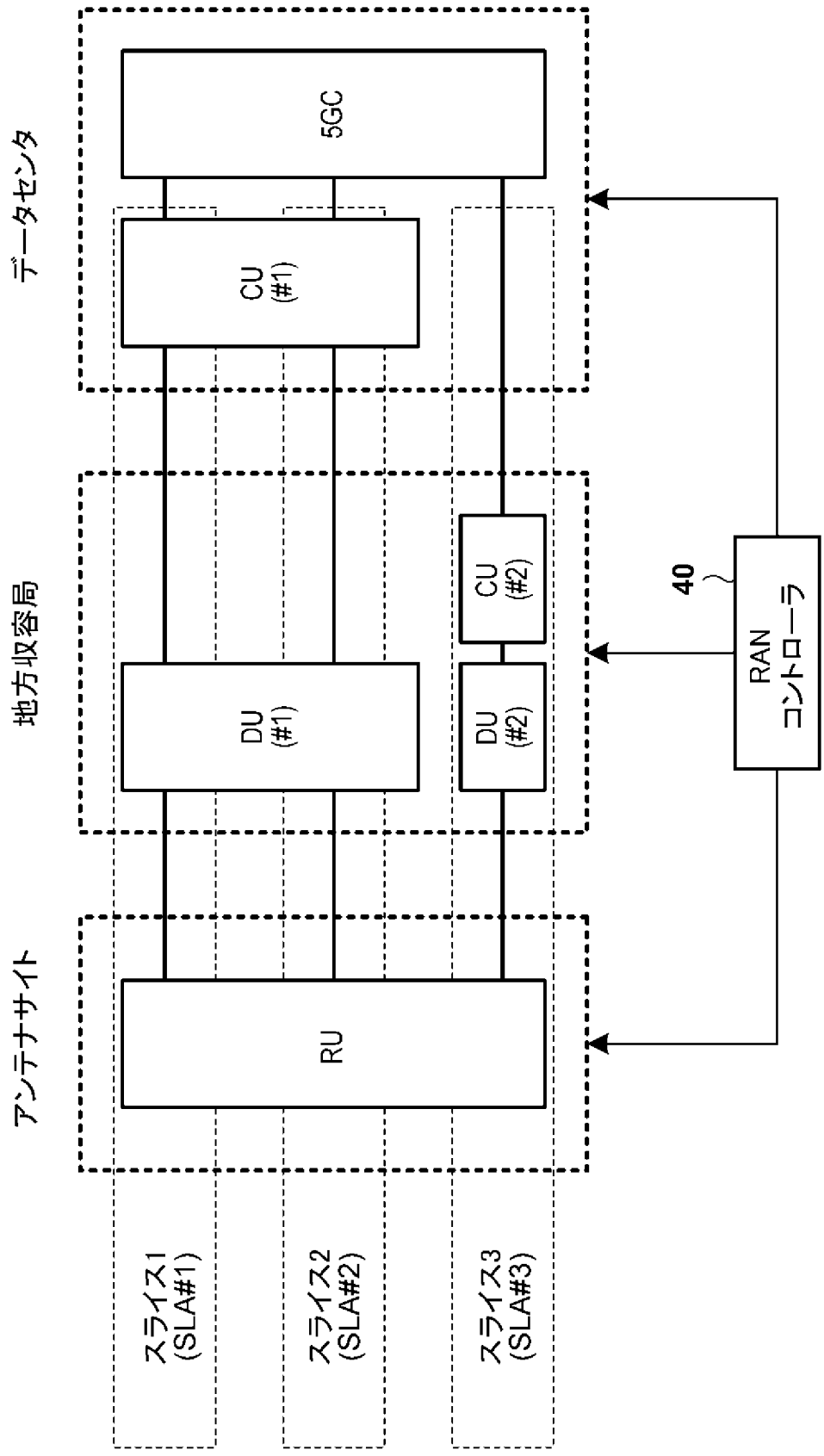
[図4]


40
情報取得部
41
リソース制御部
42
割当通知部
43
情報記憶部
44
ルール設定部
45
RANコントローラ

[図5]


START
セル内の無線端末の
データ量及び通信品質を取得
S51
所定期間に各スケジューラに
必要な無線リソースの量を特定
S52
各スケジューラの使用可能な
無線リソースのマージンを決定
S53
無線リソース及びマージンを
各スケジューラに割り当て
S54
END

[図6]


データセンタ
5GC
CU (#1)
地方収容局
CU (#2)
DU (#1)
DU (#2)
40
RAN コントローラ
アンテナサイト
RU
スライス1 (SLA#1)
スライス2 (SLA#2)
スライス3 (SLA#3)

[図7A]

DU#1 (SLA#1, #2) のUE情報

UE	SLA	データ量 [バイト]	S/N [dB]	必要 無線リソース [PRB]	必要マージン [PRB]
UE#1	SLA#1	100	15	130	26
UE#2	SLA#1	0	20	0	20
UE#3	SLA#2	20	3	1000	100
UE#4	SLA#2	60	10	170	17

DU#2 (SLA#3) のUE情報

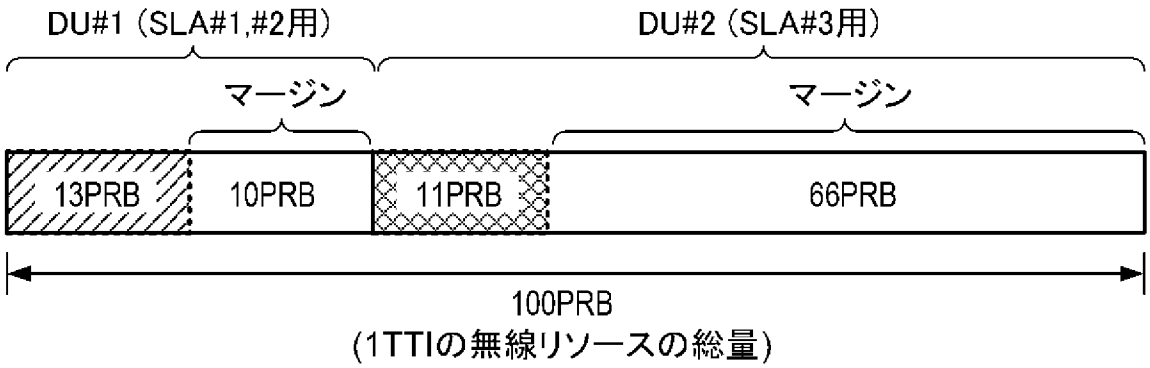
UE	SLA	データ量 [バイト]	S/N [dB]	必要 無線リソース [PRB]	必要マージン [PRB]
UE#5	SLA#3	100	12	700	350
UE#6	SLA#3	0	10	0	500
UE#7	SLA#3	20	18	400	200

[図7B]

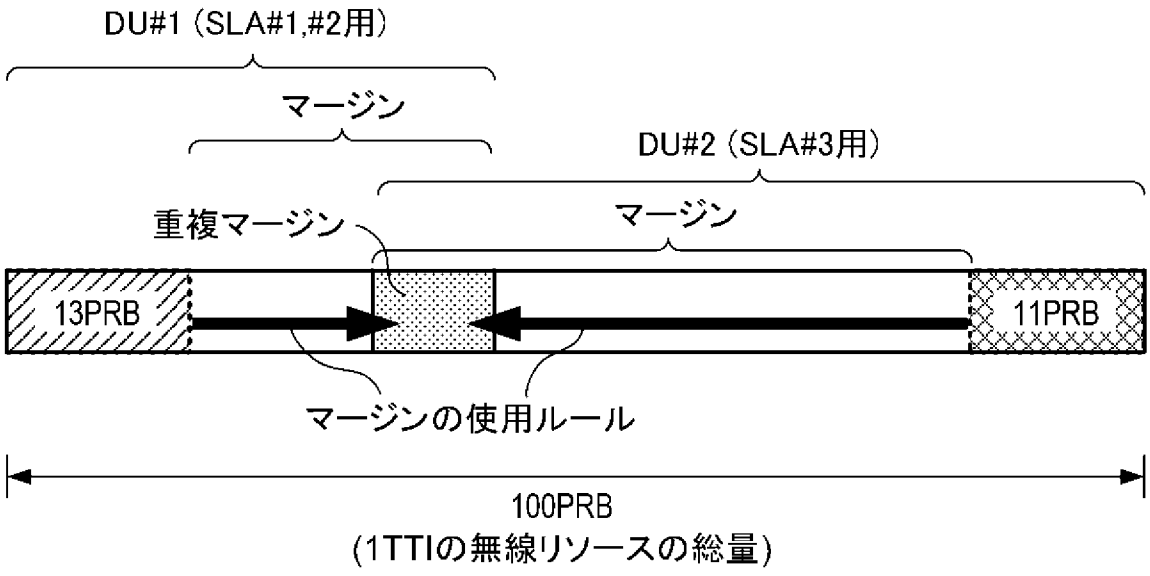
マージン情報

SLA	乗算値
SLA#1	0.2
SLA#2	0.1
SLA#3	0.5

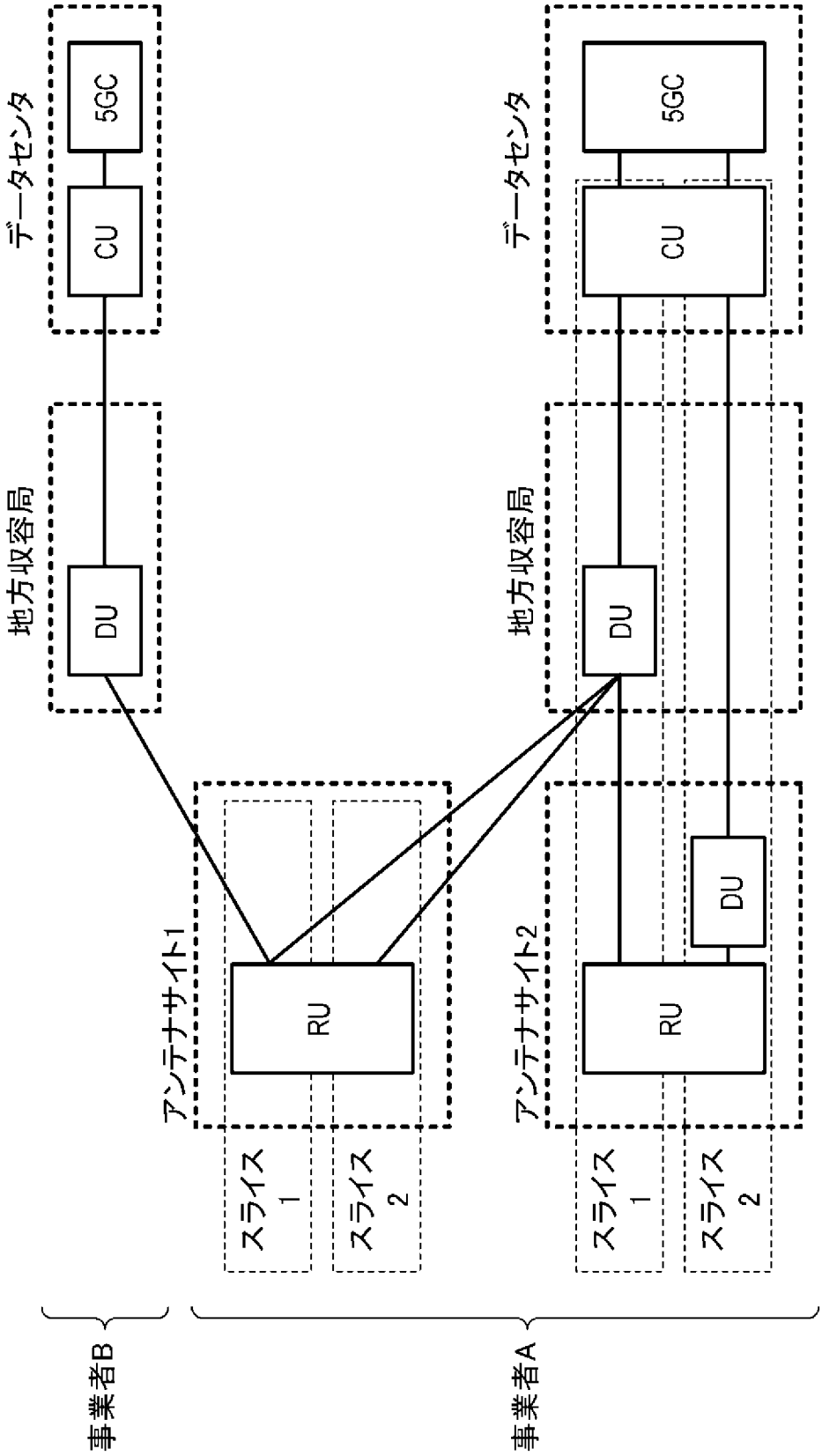
[図8A]


DU#1 (SLA#1,#2用)
DU#2 (SLA#3用)
マージン
マージン
13PRB
10PRB
11PRB
66PRB
100PRB
(1TTIの無線リソースの総量)

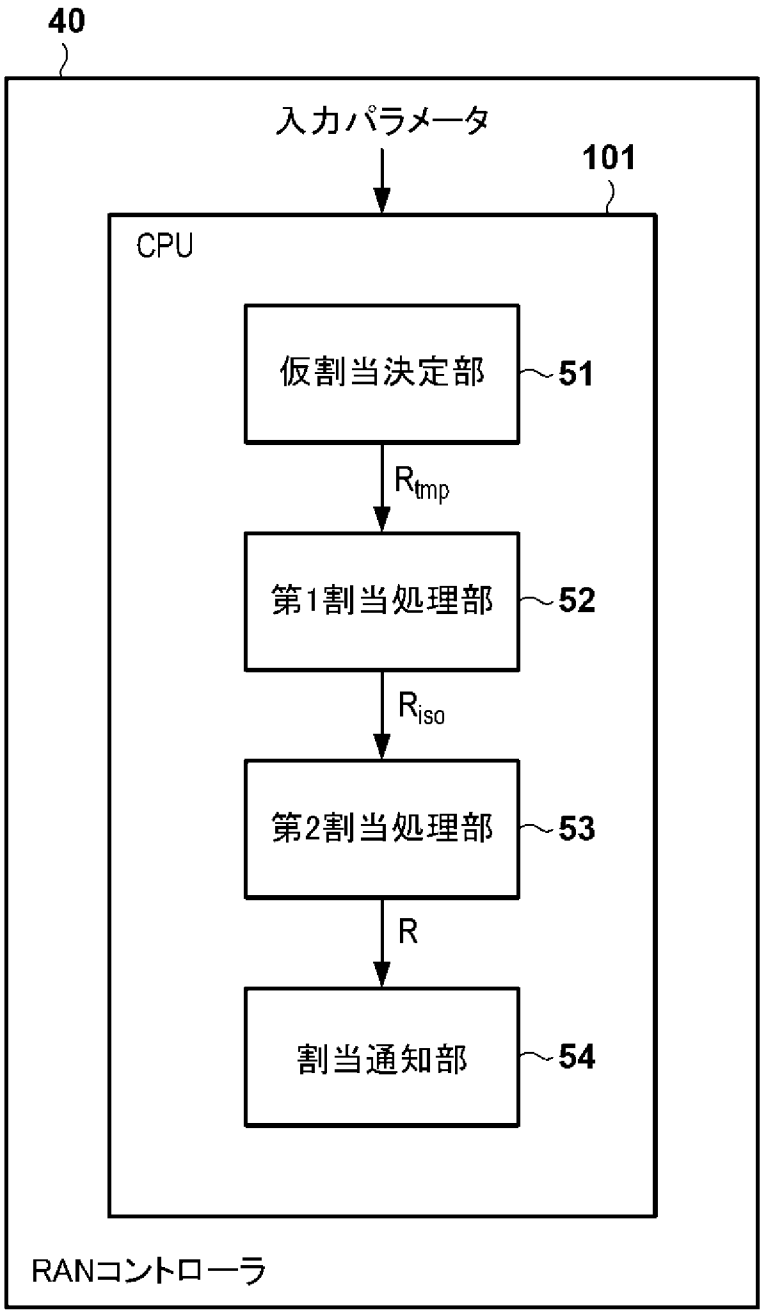
[図8B]


DU#1 (SLA#1,#2用)
マージン
DU#2 (SLA#3用)
重複マージン
マージン
13PRB
11PRB
マージンの使用ルール
100PRB
(1TTIの無線リソースの総量)

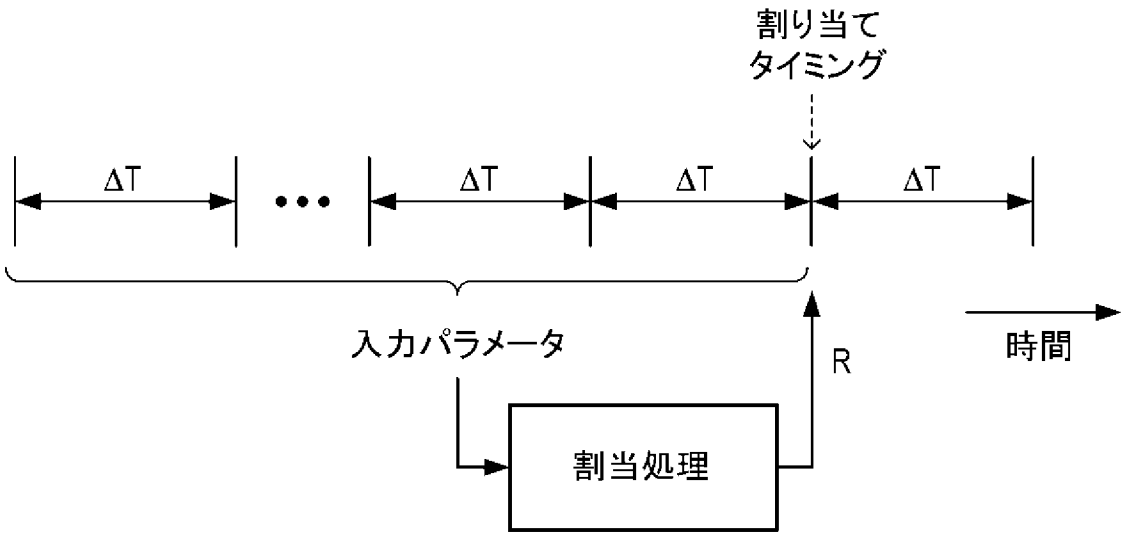
[図9]


データセンタ
5GC
CU
地方収容局
DU
アンテナサイト1
RU
スライス1
スライス2
データセンタ
5GC
CU
地方収容局
DU
アンテナサイト2
RU
DU
スライス1
スライス2
事業者B
事業者A

[図10]


40
入力パラメータ
101
CPU
仮割当決定部
51
R_{tmp}
第1割当処理部
52
R_{iso}
第2割当処理部
53
R
割当通知部
54
RANコントローラ

[図11]

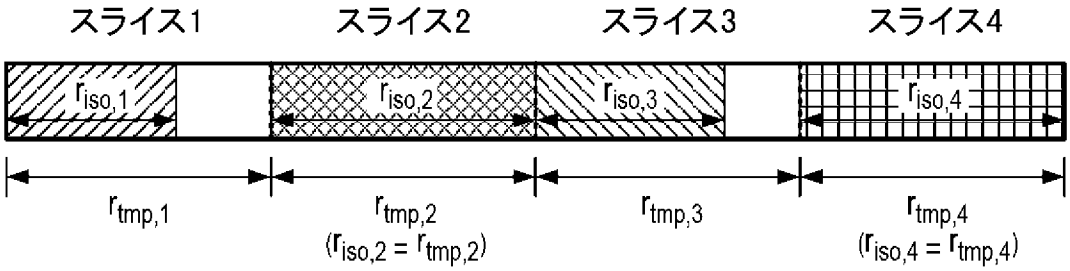


[図12]

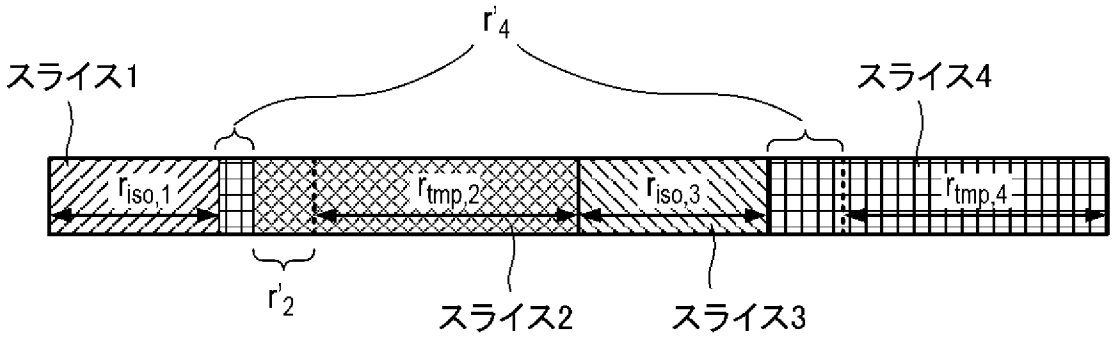
AMCマッピングテーブルの例

CQI	Modulation Scheme	Coding rate	SINR (dB)	Spectral efficiency (bps/Hz)
0	-	-	-	-
1	QPSK	0.076	-7.27	0.1523
2	QPSK	0.12	-4.76	0.2344
3	QPSK	0.19	-2.06	0.377
4	QPSK	0.30	0.61	0.6016
5	QPSK	0.44	2.81	0.877
6	QPSK	0.59	4.69	1.1758
7	16QAM	0.37	6.29	1.4766
8	16QAM	0.48	8.69	1.9141
9	16QAM	0.60	11.37	2.4063
10	64QAM	0.45	13.11	2.7305
11	64QAM	0.55	16.44	3.3223
12	64QAM	0.65	19.62	3.9023
13	64QAM	0.75	23.01	4.5234
14	64QAM	0.85	26.19	5.1152
15	64QAM	0.93	28.66	5.5547

[図13A]



[図13B]



スライス1: $r_1=r_{iso,1}$
スライス2: $r_2=r_{tmp,2}+r'_2$
スライス3: $r_3=r_{iso,3}$
スライス4: $r_4=r_{tmp,4}+r'_4$

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/028967

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04W 16/04(2009.01)i; H04W 72/04(2009.01)i; H04W 88/08(2009.01)i
FI: H04W16/04; H04W88/08; H04W72/04 110
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04W16/04; H04W72/04; H04W88/08

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2017-200172 A (TOSHIBA CORP.) 02.11.2017 (2017-11-02) paragraphs [0033]-[0034], [0046], [0048], fig. 2a, 6	1-29, 51, 53
A	JP 2018-518109 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 05.07.2018 (2018-07-05) paragraphs [0023]-[0027], [0049]-[0051], fig. 1, 4	1-29, 51, 53
A	WO 2017/168112 A1 (NEC EUROPE LTD.) 05.10.2017 (2017-10-05) page 5, line 7 to page 11, line 26, fig. 1	1-29, 51, 53
A	SAMSUNG, "Slicing: Requirements for RAN", 3GPP TSG-RAN WG2 AH 2017_01_NR R2-1700380, [online], 06 January 2017, pp. 1-4, [retrieved on 12 August 2020], Retrieved from the Internet:<URL:https://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG2_RL2/ TSGR2_AHs/2017_01_NR/Docs/R2-1700380.zip>, 2.2 LAN Support for network slicing 2.2 LAN Support for network slicing	1-29, 51, 53

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
12 October 2020 (12.10.2020)	20 October 2020 (20.10.2020)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/028967

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-29, 51, 53

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2020/028967

<Continuation of Box No. III>

Document 1: JP 2017-200172 A (TOSHIBA CORP.) 02.11.2017 (2017-11-02) paragraphs [0033]-[0034], [0046], [0048], fig. 2a, 6

The claims are classified into the following two inventions.

(Invention 1) Claims 1-29, 51, and 53

Claims 1-29 have the special technical feature of a "control device for controlling a radio resource used by a scheduler which performs scheduling for allocating a radio resource to a wireless terminal, the control device being provided with: a specifying means for specifying the amount of radio resources required for each of a plurality of scheduler during a prescribed period on the basis of communication quality and the amount of data of wireless communication by a wireless terminal within a cell, wherein each of the plurality of schedulers corresponds to one or more slices, and performs radio resource scheduling for the wireless terminal using a corresponding slice within the same cell formed by one wireless unit; and an allocation means for allocating, to each of the plurality of schedulers, radio resources, the amount of which has been specified by the specifying means, and a radio resource margin that can be used in the scheduling". Thus, claims 1-29 are classified as invention 1.

In addition, claim 51 and claim 53 referring to claim 51 are substantially identical or equivalent to claim 1, and are thus classified as invention 1.

(Invention 2) Claims 30-50 and 52

Claims 30-50 share the common technical feature of a "control device for allocating a radio resource to be used in each of a plurality of slices" with claim 1 classified as invention 1. However, this technical feature does not make a contribution over the prior art in light of the disclosure of document 1 (particularly see paragraphs [0033]-[0034], [0046], [0048], fig. 2a, 6), and is thus not considered to be a special technical feature. Furthermore, claims 30-50 share no other identical or corresponding special technical features with claim 1.

Furthermore, claims 30-50 are not dependent on claim 1. Furthermore, claims 30-50 are not substantially identical or equivalent to any of the claims classified as invention 1.

Therefore, claims 30-50 cannot be classified as invention 1.

Claims 30-50 have the special technical feature of a "control device for allocating, for each of a plurality of slices, a radio resource used in scheduling in each slice, the control device being provided with: a determination means for determining a temporary allocation amount of radio resources for each of the plurality of slices according to a predetermined distribution ratio; a first allocation means for allocating, for each slice, radio resources to the slice with the temporary allocation amount as an upper limit until a predicted communication capacity calculated on the basis of the amount of radio resources allocated to the slice and communication quality for the slice reaches a target value; and a second allocation means for allocating surplus radio resources, which are not allocated to the slice for which the target value is satisfied, to at least one slice, for which the target value is not satisfied and which has radio resources, the amount of which has reached the upper line and which has been allocated by the first allocation means, among the plurality of slices". Thus, claims 30-50 are classified as invention 2.

In addition, claim 52 is substantially identical or equivalent to claim 30, and is thus classified as invention 2.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/028967

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2017-200172 A	02 Nov. 2017	US 2017/0318468 A1 paragraphs [0052]-[0053], [0074], [0079], fig. 2a, 6 GB 2553077 A	
JP 2018-518109 A	05 Jul. 2018	US 2016/0353422 A1 paragraphs [0031]-[0035], [0057]-[0059], fig. 1, 4 WO 2016/192637 A1 CN 107637111 A	
WO 2017/168112 A1	05 Oct. 2017	US 2019/0174498 A1 EP 3437354 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/028967

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H04W 16/04(2009.01)i; H04W 72/04(2009.01)i; H04W 88/08(2009.01)i
FI: H04W16/04; H04W88/08; H04W72/04 110

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

H04W16/04; H04W72/04; H04W88/08

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２０年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2017-200172 A (株式会社東芝) 02.11.2017 (2017-11-02) 段落[0033]-[0034], [0046], [0048], 図2a,6	1-29,51,53
A	JP 2018-518109 A (華為技術有限公司) 05.07.2018 (2018-07-05) 段落[0023]-[0027], [0049]-[0051], 図1,4	1-29,51,53
A	WO 2017/168112 A1 (NEC EUROPE LTD) 05.10.2017 (2017-10-05) page 5 line 7 - page 11 line 26, FIG.1	1-29,51,53
A	Samsung, "Slicing: Requirements for RAN", 3GPP TSG-RAN WG2 AH 2017_01_NR R2-1700380, [online], 2017.01.06, pages 1-4, [retrieved on 2020-08-12], Retrieved from the Internet:<URL: https://www.3gpp.org/ftp/tsg_ran/WG2_RL2/TSGR2_AHs/2017_01_NR/Docs/R2-1700380.zip>, 2.2 LAN Support for network slicing 2.2 LAN Support for network slicing	1-29,51,53

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

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

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
12.10.2020	20.10.2020

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

権限のある職員（特許庁審査官）
田畑　利幸 5J 4544
電話番号 03-3581-1101 内線 3534

第Ⅲ欄　　発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

文献1：JP 2017-200172 A（株式会社東芝）02.11.2017（2017-11-02）
　　段落 [0033]-[0034], [0046], [0048], 図2a,6

請求の範囲は、以下の2の発明に区分される。

（発明1）請求項1-29,51,53
請求項1-29は、「無線端末に対して無線リソースを割り当てるためのスケジューリングを行うスケジューラによって使用される無線リソースを制御する制御装置であって、それぞれ１つ以上のスライスに対応している複数のスケジューラであって、１つの無線ユニットによって形成される同一のセル内で、対応するスライスを使用する無線端末に対して無線リソースのスケジューリングを行う前記複数のスケジューラのそれぞれについて、前記セル内の無線端末による無線通信のデータ量及び通信品質に基づいて、所定期間において各スケジューラに必要な無線リソースの量を特定する特定手段と、前記複数のスケジューラのそれぞれに対して、前記特定手段によって特定された量の無線リソースと、前記スケジューリングに使用可能な無線リソースのマージンとを割り当てる割当手段と、を備えることを特徴とする制御装置」という特別な技術的特徴を有しているので、発明1に区分する。
さらに、請求項51及び請求項51を引用する請求項53は、請求項1と実質同一又はそれに準ずる関係にあるので、発明1に区分する。

（発明2）請求項30-50, 52
請求項30-50は、発明1に区分された請求項1と、「複数のスライスの各スライスに用いられる無線リソースを割り当てる制御装置」という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献1の開示内容（特に、段落 [0033]-[0034], [0046], [0048], 図 2a,6 参照）に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、特別な技術的特徴であるとは言えない。また、請求項30-50と請求項1との間に、他の同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。
さらに、請求項30-50は、請求項1の従属請求項ではない。また、請求項30-50は、発明1に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。
したがって、請求項30-50は、発明1に区分できない。
そして、請求項30-50は、「複数のスライスのそれぞれに対して、スライスごとのスケジューリングに用いられる無線リソースを割り当てる制御装置であって、予め定められた配分率に従って、前記複数のスライスのそれぞれに対して無線リソースの仮割り当て量を決定する決定手段と、スライスごとに、当該スライスに割り当てられる無線リソースの量と当該スライスについての通信品質とに基づいて求まる予測通信容量が、当該スライスに対して定められた目標値を満たすまで、前記仮割り当て量を上限として当該スライスに対して無線リソースを割り当てる第１割当手段と、前記複数のスライスのうち、前記目標値が満たされることなく前記第１割当手段により割り当てられた無線リソースの量が前記上限に達した１つ以上のスライスに対して、前記目標値が満たされたスライスに対して割り当てられなかった余剰の無線リソースを配分する第２割当手段と、を備えることを特徴とする制御装置」という特別な技術的特徴を有しているので、発明2に区分する。
さらに、請求項52は、請求項30と実質同一又はそれに準ずる関係にあるので、発明2に区分する。

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2020/028967

第Ⅲ欄　発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。

2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。

3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。

4. ☑ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。 請求項1-29,51,53

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。

☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/028967

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2017-200172 A	02.11.2017	US 2017/0318468 A1 paragraphs [0052]-[0053], [0074], [0079], FIGs.2a,6 GB 2553077 A	
JP 2018-518109 A	05.07.2018	US 2016/0353422 A1 paragraphs [0031]-[0035], [0057]-[0059], FIGs.1,4 WO 2016/192637 A1 CN 107637111 A	
WO 2017/168112 A1	05.10.2017	US 2019/0174498 A1 EP 3437354 A1	