

明 細 書

発明の名称： SMOにおける rApp指示の検証

技術分野

[0001] 本開示は、0-RANのSMOにおけるrApp指示の検証に関する。

背景技術

[0002] 移動通信システムまたはモバイル通信システムにおける無線アクセスネットワーク（RAN: Radio Access Network）のいわゆるオープン化を目的として、「Open RAN」、「0-RAN」、「vRAN」等の検討が進められている。本明細書では、このような様々な「オープンな無線アクセスネットワーク」を包括的に表す用語として「0-RAN」を用いる。従って、本明細書における「0-RAN」は、0-RAN Allianceが策定する同名の規格や仕様に限定的に解釈されるものではない。

[0003] 0-RANの制御部は、rAppと呼ばれるアプリケーションソフトウェアを実行する制御周期が比較的長い（例えば1秒以上の）Non-RT RIC（Non-Real Time RAN Intelligent Controller）と、xAppと呼ばれるアプリケーションソフトウェアを実行する制御周期が比較的短い（例えば1秒未満の）Near-RT RIC（Near-Real Time RAN Intelligent Controller）を備える。また、0-RANでは、複数の無線アクセスネットワークノード（RANノード）の集合を仮想的に管理する0-Cloudとも呼ばれる仮想化基盤（以下では便宜的に0-Cloudともいう）が提供される。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2021-83058号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] Non-RT RICはSMO（Service Management and Orchestration）に設けられ、rAppの実行を通じてSMO外のRANノード、0-Cloud、Near-RT RIC等への各種の

指示を生成する。これらの指示は、01インターフェース、02インターフェース、A1インターフェース等の各種のインターフェースを通じてSM0外に発行される。従来のSM0では、rAppが生成した指示が、対象（RANノード、0-Cloud、Near-RT RIC等）やインターフェース（01インターフェース、02インターフェース、A1インターフェース等）に関わらず、ほとんどそのままSM0外に発行される。このため、異なるタスクやジョブを実行するrAppが互いに矛盾する指示をSM0外に発行してしまう恐れがあり、その実行、解決、調整等のためにSM0自体やSM0外のリソースが浪費されてしまう。

[0006] 本開示はこうした状況に鑑みてなされたものであり、rAppが生成する指示を効率的にSM0外に発行できる無線アクセスネットワーク制御装置等を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本開示のある態様の無線アクセスネットワーク制御装置は、0-RANのSM0（Service Management and Orchestration）に設けられる指示検証部によって、当該SM0におけるNon-RT RIC（Non-Real Time RAN Intelligent Controller）によって実行されるrAppが生成する当該SM0外への指示を検証することと、SM0に設けられる指示発行部によって、検証された指示を当該SM0外へ発行することと、を実行する少なくとも一つのプロセッサを備える。

[0008] この態様では、SM0に設けられる指示発行部がrAppの指示をSM0外に発行する前に、SM0に設けられる指示検証部が当該指示を検証する。このため、rAppが生成する指示のうち指示検証部によって検証されたものが、指示発行部によって効率的にSM0外に発行される。

[0009] 本開示の別の態様は、無線アクセスネットワーク制御方法である。この方法は、0-RANのSM0（Service Management and Orchestration）において、当該SM0におけるNon-RT RIC（Non-Real Time RAN Intelligent Controller）によって実行されるrAppが生成する当該SM0外への指示を検証することと、SM0において、検証された指示を当該SM0外へ発行することと、を備える。

[0010] 本開示の更に別の態様は、記憶媒体である。この記憶媒体は、O-RANのSMO (Service Management and Orchestration) において、当該SMOにおけるNon-RT RIC (Non-Real Time RAN Intelligent Controller) によって実行されるrAppが生成する当該SMO外への指示を検証することと、SMOにおいて、検証された指示を当該SMO外へ発行することと、をコンピュータに実行させる無線アクセスネットワーク制御プログラムを記憶している。

[0011] なお、以上の構成要素の任意の組合せや、これらの表現を方法、装置、システム、記録媒体、コンピュータプログラム等に変換したものも、本開示に包含される。

発明の効果

[0012] 本開示によれば、rAppが生成する指示を効率的にSMO外に発行できる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]無線アクセスネットワーク制御装置の概要を模式的に示す。

[図2]SMOおよび／またはNon-RT RICとO-Cloudで実現される各種の機能を模式的に示す。

[図3]SMOおよび／またはNon-RT RICの内部の構成および／または機能を模式的に示す。

[図4]無線アクセスネットワーク制御装置を模式的に示す機能ブロック図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下では、O-RAN Allianceが策定する規格や仕様である「O-RAN」に沿って本実施形態を説明する。このため、本実施形態では「O-RAN」で規定された公知の用語を便宜的に用いるが、本開示に係る技術は「Open RAN」や「vRAN」等の他の既存の無線アクセスネットワークや、将来に開発されうる同種の無線アクセスネットワークにも適用できる。

[0015] 図1は、本実施形態に係る無線アクセスネットワーク制御装置の概要を模式的に示す。この無線アクセスネットワーク制御装置は、O-RANに準拠した無線アクセスネットワークを制御するRAN制御装置である。SMO (Service Manag

ement and Orchestration) は、RAN制御装置全体またはO-RAN全体を制御して各部を協調動作させる。SMOは、全体制御を担う全体制御プロセッサとして機能するNon-RT RIC (Non-Real Time RAN Intelligent Controller) を備える。制御周期が比較的長い（例えば1秒以上の）Non-RT RICは、各RANノード（後述するO-CUおよび／またはO-DU）の稼働に関する指針、ポリシー、ガイダンスや、各RANノード、O-Cloud、Near-RT RIC (Near-Real Time RAN Intelligent Controller) 等のSMO外の構成変更に関する構成変更指示等を発行する。具体的には、Non-RT RICは、rAppと呼ばれるアプリケーションソフトウェアを実行して、A1インターフェースを通じてNear-RT RICに対する各RANノードの稼働指針を発行し、O1インターフェース、O2インターフェース等を通じてSMO外の構成変更指示を発行する。制御周期が比較的短い（例えば1秒未満の）Near-RT RICは、xAppと呼ばれるアプリケーションソフトウェアを実行して、E2インターフェースを通じて各RANノード（O-CU/O-DU）自体や当該各RANノードに接続されている無線ユニット（O-RU）における汎用ハードウェア等を制御する。

- [0016] 図示のRANノードは、O-RANに準拠した集約ユニット（CU: Central Unit）であるO-CU、および／または、O-RANに準拠した分散ユニット（DU: Distributed Unit）であるO-DUを備える。O-CUおよびO-DUは、いずれもO-RANにおけるベースバンド処理を担うが、O-CUは不図示のコアネットワーク側に設けられ、O-DUはO-RANに準拠した無線ユニット（RU: Radio Unit）であるO-RU側に設けられる。O-CUは、制御プレーン（CP: Control Plane）を構成するO-CU-CPと、ユーザプレーン（UP: User Plane）を構成するO-CU-UPに分かれていてもよい。なお、O-CUおよびO-DUは、一つのベースバンド処理ユニットとして一体的に構成されてもよい。また、RANノードとして、O-RANおよび第4世代移动通信システム（4G）に準拠する基地局としてのO-eNBが設けられてもよい。各RANノード（O-CU/O-DU）には一または複数のO-RUが接続されており、当該各RANノードを介してNear-RT RICによって制御される。各O-RUが提供する通信セル内の通信機（UE: User Equipment）は当該各O-RUに接続可能であり、

各RANノード（0-CU/0-DU）を介して不図示のコアネットワークとモバイル通信を行える。

- [0017] 各RANノード（0-CU/0-DU）およびNear-RT RICは、01インターフェースを通じて各RANノード、各0-RU、各UEの稼働データ等を、いわゆるFCAPS（Fault, Configuration, Accounting, Performance, Security）のためにSM0に提供する。SM0は、01インターフェースを通じて取得した稼働データに基づいて、Non-RT RICが01インターフェースを通じてNear-RT RICに対して発行する各RANノードの稼働指針や、Non-RT RICが01インターフェース、02インターフェース等を通じて発行するSM0外の構成変更指示を必要に応じて更新する。なお、01インターフェースや他のインターフェース（Open Fronthaul M-Plane等）によって、0-RUがSM0とFCAPSのために接続されていてもよい。
- [0018] 複数のRANノード（0-CU/0-DU）の集合を仮想的に管理する仮想化基盤としての0-Cloudは、02インターフェースによってSM0と接続されている。SM0は、02インターフェースを通じて0-Cloudから取得した複数のRANノード（0-CU/0-DU）の稼働状況に基づいて、当該複数のRANノードのリソース配分に関するリソース配分指針や負荷管理（workload management）に関する負荷管理指針を生成し、02インターフェースを通じて0-Cloudに対して発行する。
- [0019] 図2は、SM0および／またはNon-RT RICと0-Cloudで実現される各種の機能を模式的に示す。SM0では、FOCOM（Federated 0-Cloud Orchestration and Management）、NF0（Network Function Orchestrator）、OAM Functionの主に三つの機能が実現される。0-Cloudでは、IMS（Infrastructure Management Services）、DMS（Deployment Management Services）の主に二つの機能が実現される。
- [0020] FOCOMは、02インターフェース（02ims）を通じて0-CloudのIMSからサービスの提供を受けながら、0-Cloudにおけるリソースを管理する。NF0は、02インターフェース（02dms）を通じて0-CloudのDMSからサービスの提供を受けながら、ネットワーク機能（NF: Network Function）の集合の協調動作を0-Cloudにおける複数のNF Deploymentによって実現する。NF0は、展開済のNFに01

インターフェースを通じてアクセスするためにOAM Functionを利用してもよい。OAM Functionは、RANノード等のO-RAN管理エンティティ（O-RAN managed entity）のFCAPS管理を担う。本実施形態におけるOAM Functionは、O2imsおよび／またはO2dmsの手続きまたは手順をモニタすることで、O-Cloudが仮想的に管理する複数のRANノードの障害や稼働状況に関するデータを受け取るためのコールバックが提供される機能ブロックとなりうる。IMSは、O-Cloudのリソース（ハードウェア）や、それらを管理するために使用されるソフトウェアの管理を担い、主にSMOのFOCOMに対してサービスを提供する。一または複数のDMSは、O-Cloudにおける複数のNF Deploymentの管理、具体的には開始、監視、終了等を担い、主にSMOのNF0に対してサービスを提供する。

[0021] 図3は、SMOおよび／またはNon-RT RICの内部の構成および／または機能を模式的に示す。SMOまたはSMOフレームワーク（SMO Framework）は、Non-RT RICを含む。Non-RT RICの内部は、Non-RTフレームワーク（Non-RT Framework）またはNon-RT RICフレームワーク（Non-RT RIC Framework）とrAppに分かれている。本図における実線は、O-RANで定義された機能ブロックや結線を表す。また、本図における破線は、本実施形態で実装可能な機能ブロックや結線を表す。

[0022] SMOフレームワークのうちNon-RT RICを除く領域には、O1終端（O1 Termination）と、O1関連機能（O1 Related Functions）と、O2終端（O2 Termination）と、O2関連機能（O2 Related Functions）と、他SMOフレームワーク機能（Other SMO Framework Functions）が設けられる。O1終端は、SMOフレームワークにおけるO1インターフェースの終端である。図1にも示されるように、O1終端にはO1インターフェースを介して、Near-RT RICおよび／またはE2ノード（O-CU/O-DU等のRANノードやO-RU等）が接続される。O1終端と直接的に接続されるO1関連機能は、O1インターフェース、Near-RT RIC、E2ノード等に関連する各種の機能を提供する。O2終端は、SMOフレームワークにおけるO2インターフェースの終端である。図1にも示されるように、O2終端にはO2インターフェースを介してO-Cloudが接続される。O2終端と直接的に接続されるO2

関連機能は、02インターフェース、0-Cloud等に関連する各種の機能を提供する。他SM0フレームワーク機能は、01関連機能および02関連機能以外の他の機能を提供する。他SM0フレームワーク機能は、Non-RT RICにおけるA2終端（不図示）とA2インターフェース（不図示）を介して接続される。01関連機能、02関連機能、他SM0フレームワーク機能等のSM0フレームワークの各種の機能は、Non-RT RICの内部にも延びるメインバスMBに接続される。これらの各機能ブロックは、メインバスMBを通じてSM0フレームワーク内外（あるいはNon-RT RIC内外）の他の機能ブロックとデータを交換できる。

[0023] Non-RT RICのうちrAppを除く領域であるNon-RTフレームワーク（Non-RT Framework）には、A1終端（A1 Termination）と、A1関連機能（A1 Related Functions）と、不図示のA2終端（A2 Termination）と、不図示のA2関連機能（A2 Related Functions）と、R1終端（R1 Termination）と、R1サービス開示機能（R1 Service Exposure Functions）と、外部終端（External Terminations）と、データ管理／開示機能（Data Management & Exposure Functions）と、人工知能／機械学習ワークフロー機能（AI/ML Workflow Functions）と、ポリシー／コンフリクト管理機能（Policy & Conflict Manager）と、他Non-RT RICフレームワーク機能（Other Non-RT RIC Framework Functions）が設けられる。

[0024] A1終端は、Non-RTフレームワークにおけるA1インターフェースの終端である。図1にも示されるように、A1終端にはA1インターフェースを介してNear-RT RICが接続される。A1終端と直接的に接続されるA1関連機能は、A1インターフェース、Near-RT RIC等に関連する各種の機能を提供する。不図示のA2終端は、Non-RTフレームワークにおける不図示のA2インターフェースの終端である。A2終端にはA2インターフェースを介してSM0フレームワークの他SM0フレームワーク機能が接続される。A2終端と直接的に接続される不図示のA2関連機能は、A2インターフェース、他SM0フレームワーク機能等に関連する各種の機能を提供する。

[0025] R1終端は、Non-RTフレームワークにおけるR1インターフェースの終端であ

る。R1終端にはR1インターフェースを介してNon-RT RIC上で実行されるrAppが接続される。つまりR1インターフェースは、rAppのAPI (Application Programming Interface) を構成する。R1終端に付随して設けられるR1サービス開示機能は、R1インターフェース、rApp等のサービスに関連するデータをメインバスMB等を開示する機能、および／または、メインバスMB等からのデータをR1インターフェース、rApp等のサービスのためにR1終端等を開示する機能を提供する。外部終端は、Non-RTフレームワークにおける不図示の各種の外部インターフェースの終端である。

[0026] データ管理／開示機能は、メインバスMB上の各種のデータを管理し、各機能ブロックのアクセス権限に応じた態様で開示する機能を提供する。人工知能／機械学習ワークフロー機能は、Non-RT RICおよび／またはNear RT RICに実装されている人工知能 (AI: Artificial Intelligence) および／または機械学習 (ML: Machine Learning) 能力を利用して実行されるワークフローを管理する機能を提供する。ポリシー／コンフリクト管理機能は、後述するように、rAppが生成するSM0外への指示 (稼働指針や構成変更指示) を検証する指示検証部を構成する。

[0027] 他Non-RT RICフレームワーク機能は、以上の各種のNon-RTフレームワークの機能以外の他の機能を提供する。A1関連機能、A2関連機能、R1終端、R1サービス開示機能、外部終端、データ管理／開示機能、人工知能／機械学習ワークフロー機能、ポリシー／コンフリクト管理機能、他Non-RT RICフレームワーク機能等のNon-RTフレームワークの各種の機能は、Non-RT RICの外部にも延びるメインバスMBに接続される。これらの各機能ブロックは、メインバスMBを通じてNon-RT RIC内外の他の機能ブロックとデータを交換できる。

[0028] 図4は、本実施形態に係る無線アクセスネットワーク制御装置1を模式的に示す機能ブロック図である。無線アクセスネットワーク制御装置1は、図3におけるSM0フレームワークおよび／またはNon-RTフレームワークに設けられる。なお、本図では図3におけるいくつかの機能ブロック (具体的には、R

1サービス開示機能、外部終端、データ管理／開示機能、人工知能／機械学習ワークフロー機能、他Non-RT RICフレームワーク機能）の図示を省略した。

[0029] 無線アクセスネットワーク制御装置1は、01/02情報取得部11と、01/02情報提供部12と、稼働指針生成部13と、構成変更指示生成部14と、指示検証部15と、指示発行部16を備える。これらの機能ブロックは、コンピュータの中央演算処理装置等のプロセッサ、メモリ、入力装置、出力装置、コンピュータに接続される周辺機器等のハードウェア資源と、それらを用いて実行されるソフトウェアの協働により実現される。コンピュータの種類や設置場所は問わず、上記の各機能ブロックは、単一のコンピュータのハードウェア資源で実現してもよいし、複数のコンピュータに分散したハードウェア資源を組み合わせて実現してもよい。特に本実施形態では、無線アクセスネットワーク制御装置1の機能ブロックの一部または全部を、SM0および／またはNon-RT RICに設けられるプロセッサで実現してもよいし、SM0および／またはNon-RT RIC外に設けられるコンピュータやプロセッサで分散的または集中的に実現してもよい。

[0030] 01/02情報取得部11に含まれる01情報取得部は、Near-RT RICおよびE2ノード（RANノード）の少なくともいずれかに関する01情報を01インターフェースから取得する。具体的には、01情報取得部はSM0および／またはNon-RT RICに設けられ、01インターフェースを通じてNear-RT RICおよび／またはE2ノードから01情報を取得する。01情報としては、Near-RT RICの制御状態を表す各種の制御情報や、各E2ノードについて個別に測定された稼働データが例示される。各E2ノードの稼働データは一般的なモバイル通信の基地局で検知可能な各種のデータであり、例えば、時間当たりの通信量や通信速度、接続されているUE（通信機）の数や種別、UEからの通信電波の強度や態様、UEと0-RUの間のチャネルの品質、0-RUが提供する通信セルのカバー範囲や利用可能帯域、E2ノードや0-RUのハードウェアの性能や状態等が例示される。このように01情報取得部は、RANノードから測定された稼働データを取得する稼働データ取得部を構成する。

[0031] 図4における01情報取得部は、メインバスMB上においてNon-RTフレームワーク内外に跨がるように模式的に示されている。しかし、01情報取得部は、全体または一部がNon-RTフレームワーク外のSM0フレームワーク内に設けられればよい。また、01情報取得部は、SM0内の関連する機能ブロック、具体的には、01終端、01関連機能、01/02情報提供部12（特に01情報提供部）、ポリシー／コンフリクト管理機能（特に指示検証部15）、R1終端、rApp（稼働指針生成部13および／または構成変更指示生成部14）等にアクセスできればよく、必ずしもメインバスMBに直接的に接続されなくてもよい。これらの関連する機能ブロックのうち、最も関連性が高いSM0フレームワーク内（Non-RTフレームワーク外）の01関連機能において、01情報取得部の一部または全部の機能を実現するのが好ましい。

[0032] 01/02情報取得部11に含まれる02情報取得部は、0-Cloudに関する仮想化基盤情報としての02情報を02インターフェースから取得する仮想化基盤情報取得部を構成する。具体的には、02情報取得部はSM0および／またはNon-RT RICに設けられ、02インターフェースを通じて0-Cloudから02情報を取得する。02情報としては、0-Cloudの構成やテレメトリに関する情報および／または0-Cloudが仮想的に管理する各E2ノード（各RANノード）の障害や稼働状況が例示される。各E2ノードの稼働状況としては、各E2ノードにおけるリソース使用や通信負荷の状況が例示される。これらの02情報は、例えば、SM0におけるFOCOMが02imsインターフェースを通じて0-CloudにおけるIMSから取得してもよいし、SM0におけるOAM Functionが02インターフェースを通じて0-Cloudから取得してもよい。このように02情報取得部は、RANノードを仮想的に管理する0-Cloudから当該RANノードの稼働状況を取得する稼働状況取得部を構成する。

[0033] 図4における02情報取得部は、メインバスMB上においてNon-RTフレームワーク内外に跨がるように模式的に示されている。しかし、02情報取得部は、全体または一部がNon-RTフレームワーク外のSM0フレームワーク内に設けられればよい。また、02情報取得部は、SM0内の関連する機能ブロック、具体的

には、02終端、02関連機能、01/02情報提供部12（特に02情報提供部）、ポリシー／コンフリクト管理機能（特に指示検証部15）、R1終端、rApp（稼働指針生成部13および／または構成変更指示生成部14）等にアクセスできればよく、必ずしもメインバスMBに直接的に接続されなくてもよい。これらの関連する機能ブロックのうち、最も関連性が高いSM0フレームワーク内（Non-RTフレームワーク外）の02関連機能において、02情報取得部の一部または全部の機能を実現するのが好ましい。

[0034] 01/02情報提供部12は、Non-RT RICにおけるR1インターフェースを通じて、01/02情報取得部11が取得した01情報および／または02情報をrAppに提供する。01/02情報提供部12に含まれる02情報提供部は、rAppとのインターフェースであるR1インターフェースを通じて、仮想化基盤情報（02情報）を当該rAppに提供する仮想化基盤情報提供部を構成する。図4における01/02情報提供部12は、Non-RTフレームワーク内のメインバスMB上に模式的に示されている。しかし、01/02情報提供部12は、全体または一部がNon-RTフレームワーク内に設けられればよい。また、01/02情報提供部12は、SM0内の関連する機能ブロック、具体的には、01/02情報取得部11、ポリシー／コンフリクト管理機能（特に指示検証部15）、R1終端、R1サービス開示機能（不図示）、rApp（稼働指針生成部13および／または構成変更指示生成部14）等にアクセスできればよく、必ずしもメインバスMBに直接的に接続されなくてもよい。これらの関連する機能ブロックのうち、最も関連性が高いNon-RTフレームワーク内のR1サービス開示機能（不図示）において、01/02情報提供部12の一部または全部の機能を実現するのが好ましい。

[0035] rAppによって実現される稼働指針生成部13は、01/02情報取得部11によって取得されて01/02情報提供部12によって提供された各RANノードの稼働状況および稼働データ等に基づいて、当該各RANノードの稼働に関する稼働指針を生成する。稼働指針生成部13が生成する稼働指針のうち、後述する指示発行部16によって02インターフェースを通じて0-Cloudに対して発行されるものとしては、複数のRANノードのリソース配分および／または負荷管理に

関するリソース配分指針および／または負荷管理指針が例示される。また、稼働指針生成部 1 3 が生成する稼働指針のうち、後述する指示発行部 1 6 によって A1 インターフェースや O1 インターフェースを通じて Near-RT RIC や各 RAN ノードに対して発行されるものとしては、当該各 RAN ノードのトラフィック制御に関するトラフィック制御指針が例示される。

[0036] A1 インターフェースを通じて稼働指針および／またはトラフィック制御指針を受け取った Near-RT RIC は、当該各指針に基づいて E2 インターフェース（図 1）を通じて各 RAN ノードを制御する。例えば、前述のトラフィック制御指針が特定の RAN ノードにおけるトラフィックを減らすものである場合、Near-RT RIC は、当該 RAN ノードに接続中の UE を他の利用可能な RAN ノードに誘導する、当該 RAN ノードに接続中の UE の通信速度や通信量を制限する、当該 RAN ノードに対する新たな UE の接続を制限する等のトラフィック制限処理を、当該 RAN ノード自体やそれに接続されている O-RU が提供する通信セル内の UE に対して行う。

[0037] 稼働指針生成部 1 3 は、不図示の人工知能／機械学習ワークフロー機能が提供する機械学習モデルを利用して、前述のリソース配分指針、負荷管理指針、トラフィック制御指針を含む稼働指針を生成してもよい。この機械学習モデルは、稼働状況取得部を構成する O2 情報取得部（O1/O2 情報取得部 1 1）が O2 インターフェースを通じて O-Cloud から取得した複数の RAN ノードの障害や稼働状況、および、稼働データ取得部を構成する O1 情報取得部（O1/O2 情報取得部 1 1）が O1 インターフェース等を通じて取得した各 RAN ノードについての個別の稼働データの組から稼働指針の組を導出可能である。具体的には、O2 情報取得部（稼働状況取得部）からの稼働状況と O1 情報取得部（稼働データ取得部）からの稼働データの組が入力された機械学習モデルは、入力と出力を関連付ける網羅的な訓練データまたは教師データを用いて予め行われた機械学習に基づいて、O2 インターフェースを通じて O-Cloud に対して発行されるリソース配分指針や負荷管理指針、A1 インターフェースや O1 インターフェースを通じて各 RAN ノードに対して発行されるトラフィック制御指針等の稼働指

針の組を出力する。

[0038] このように、本実施形態の機械学習モデルは、0-Cloudからの入力（稼働状況）と各RANノードからの入力（稼働データ）の組を、0-Cloudへの出力（リソース配分指針、負荷管理指針等）と各RANノードへの出力（トラフィック制御指針等）の組に対応付けるものである。0-Cloudからの入力を0-Cloudへの出力に個別に対応付け、各RANノードからの入力を各RANノードへの出力に個別に対応付ける単純な場合と比較して、本実施形態の機械学習モデルによれば0-Cloudおよび各RANノードの入出力の相関等を総合的または網羅的に考慮できるため、各RANノードを効率的に稼働するための稼働指針を0-Cloudおよび各RANノードの両面から効果的に運用できる。

[0039] rAppによって実現される構成変更指示生成部14は、01/02情報取得部11によって取得されて01/02情報提供部12によって提供された各種の01情報および／または02情報（前述の各RANノードの稼働状況や稼働データを含む）に基づいて、SM0外の構成変更に関する構成変更指示を生成する。構成変更指示生成部14が生成する構成変更指示は、0-RANにおけるSM0外の構成、例えば、0-RU、RANノード、0-Cloud、Near-RT RICにおけるソフトウェアおよび／またはハードウェアの少なくとも一部の変更を指示するものである。

[0040] 0-RUやRANノード等のハードウェアに関する構成変更指示は、いわゆるハードウェアアクセラレーションの実行指示（あるいは停止指示）を含んでもよい。ハードウェアアクセラレーションは、FPGA（Field-Programmable Gate Array）、GPU（Graphics Processing Unit）、ASIC（Application Specific Integrated Circuit）、DSP（Digital Signal Processor）等の特定の処理や用途に特化またはカスタマイズされた構成の回路を備えるハードウェアによって、CPU（Central Processing Unit）等の汎用プロセッサを支援する技術である。汎用プロセッサによるソフトウェア処理では多くの時間や電力を要する複雑な処理であっても、ハードウェア実装された専用プロセッサであれば高速かつ効率的に実行できる。

[0041] 構成変更指示生成部14は、不図示の人工知能／機械学習ワークフロー機

能が提供する機械学習モデルを利用して構成変更指示を生成してもよい。この機械学習モデルは、01/02情報取得部11が01インターフェースおよび／または02インターフェースを通じて取得した各種の01情報および／または02情報の組から構成変更指示の組を導出可能である。具体的には、01/02情報取得部11からの各種の01情報および02情報の組が入力された機械学習モデルは、入力と出力を関連付ける網羅的な訓練データまたは教師データを用いて予め行われた機械学習に基づいて、01インターフェース、02インターフェース、A1インターフェース等を通じてSM0外に発行される構成変更指示の組を出力する。この機械学習モデルは、SM0外からの入力（01情報および02情報）の組を、SM0外への出力（構成変更指示）の組に対応付けるものである。

[0042] 以上のように、SM0に設けられるNon-RT RICはrAppの実行を通じて、SM0外のRANノード、0-Cloud、Near-RT RIC等への各種の指示（特に稼働指針および構成変更指示）を生成する。これらの指示は、01インターフェース、02インターフェース、A1インターフェース等の各種のインターフェースを通じてSM0外に発行される。従来のSM0では、rAppが生成した指示が、対象（RANノード、0-Cloud、Near-RT RIC等）やインターフェース（01インターフェース、02インターフェース、A1インターフェース等）に関わらず、ほとんどそのままSM0外に発行される。このため、異なるタスクやジョブを実行するrAppが互いに矛盾する指示をSM0外に発行してしまう恐れがあり、その実行、解決、調整等のためにSM0自体やSM0外のリソースが浪費されてしまう。以下で説明する本実施形態に係る無線アクセスネットワーク制御装置1（特に指示検証部15および指示発行部16）によれば、rAppが生成する指示を効率的にSM0外に発行できる。

[0043] SM0に設けられる指示検証部15は、当該SM0におけるNon-RT RICによって実行されるrAppが生成する当該SM0外への指示を検証する。具体的には、指示検証部15は、rAppにおける稼働指針生成部13が生成するRANノードの稼働に関する稼働指針と、rAppにおける構成変更指示生成部14が生成するSM0外の構成変更に関する構成変更指示を併せて検証する。例えば、指示検証部1

5 は、rAppが生成する各指示（各稼働指針および各構成変更指示）に対して、優先度付け処理、発行スケジューリング処理、取消し処理、変更処理の少なくともいずれかを施す。優先度付け処理は、rAppが生成する複数の指示に対して優先度を付与する処理である。発行スケジューリング処理は、rAppが生成する各指示に対して指示発行部 1 6 による発行タイミングを指定する処理である。取消し処理は、rAppが生成する指示のうち、他の指示と矛盾やコンフリクトがある指示や、0-RANのパフォーマンスや効率を悪化させる恐れがある指示を取り消す処理である。変更処理は、rAppが生成する指示のうち、そのままでは取消し処理の対象となる指示に対して各種の変更を加える処理である。なお、指示検証部 1 5 が取消し処理の対象と認定した指示に対して、rAppが指示検証部 1 5 の代わりに変更処理を施してもよい。

[0044] 指示検証部 1 5 は、rAppが生成する指示（稼働指針および構成変更指示）にアクセスできるように、SM0内の任意の場所に設けられる。但し、rAppが生成する実質的に全ての指示への効率的なアクセスのために、指示検証部 1 5 の少なくとも一部はNon-RT RICに設けられるのが好ましく、rAppとのインターフェースであるR1インターフェースに併設されるのが更に好ましい。例えば、指示検証部 1 5 の少なくとも一部を、rAppのAPIを構成するR1インターフェースの終端であるR1終端や、それに付随して設けられるR1サービス開示機能（不図示）に設けるのが好ましい。

[0045] SM0に設けられる指示発行部 1 6 は、指示検証部 1 5 によって検証されたrAppの指示をSM0外へ発行する。具体的には、指示発行部 1 6 は、rAppにおける稼働指針生成部 1 3 が生成するRANノードの稼働に関する稼働指針と、rAppにおける構成変更指示生成部 1 4 が生成するSM0外の構成変更に関する構成変更指示のうち、指示検証部 1 5 によって検証されたものをSM0外へ発行する。

[0046] 指示発行部 1 6 は、RANノード、当該RANノードを仮想的に管理する0-Cloud、Near-RT RICの少なくともいずれかに対して、指示検証部 1 5 によって検証された稼働指針を発行する。具体的には、指示発行部 1 6 は、Near-RT RICに対してA1インターフェースを通じて指示検証部 1 5 によって検証された稼働

指針を発行し、0-Cloudに対して02インターフェースを通じて指示検証部15によって検証された稼働指針を発行し、RANノードや0-RUに対して01インターフェースやOpen Fronthaul M-Planeを通じて指示検証部15によって検証された稼働指針を発行する。また、指示発行部16は、RANノード、当該RANノードを仮想的に管理する0-Cloud、Near-RT RICの少なくともいずれかに対して、指示検証部15によって検証された構成変更指示を発行する。具体的には、指示発行部16は、0-Cloudに対して02インターフェースを通じて指示検証部15によって検証された構成変更指示を発行し、RANノード、0-RU、Near-RT RIC等に対して01インターフェース、Open Fronthaul M-Plane、A1インターフェース等を通じて指示検証部15によって検証された構成変更指示を発行する。

[0047] 指示発行部16は、指示検証部15によって優先度付け処理が施された指示について、付与された優先度に従って当該指示をSM0外へ発行する。このため、優先度、緊急性、適用頻度、影響度等の高い重要な指示が優先的にSM0外へ発行される（なお、適用頻度や影響度の高い指示については、慎重な検証を要することから逆に優先度が下げられてもよい）。また、指示発行部16は、指示検証部15によって発行スケジューリング処理が施された指示について、指定されたスケジュールおよび／または発行タイミングに従って当該指示をSM0外へ発行する。このように、rAppの指示の発行順序や発行タイミングを0-RAN（特にSM0外）の状況に応じて適切に決定することで、0-RANのパフォーマンスや効率を向上させられる。

[0048] なお、指示発行部16は、指示検証部15によって取消し処理が施された指示をSM0外へ発行しない。また、指示発行部16は、指示検証部15および／またはrAppによって変更処理が施された指示について、変更が加えられた当該指示を優先度やスケジュールに従ってSM0外へ発行する。このため、rAppが生成する指示のうち、他の指示と矛盾やコンフリクトがある指示や、0-RANのパフォーマンスや効率を悪化させる恐れがある指示が、そのままSM0外に発行されることを効果的に防止できる。

[0049] 指示発行部 16 は、rAppの指示の検証結果が得られる指示検証部 15 と、SM0外への指示発行場所であるA1インターフェース、01インターフェース、02インターフェースにアクセスできるように、SM0内の任意の場所に設けられる。但し、SM0外への迅速な指示の発行のために、指示発行部 16 の少なくとも一部は、SM0外とのインターフェースであるA1インターフェース、01インターフェース、02インターフェースの少なくともいずれかに併設されるのが好ましい。例えば、指示発行部 16 のうちA1インターフェースを通じた稼働指針等の発行に関する機能は当該A1インターフェースの終端であるA1終端や、それに付随して設けられるA1関連機能に設けるのが好ましく、指示発行部 16 のうち01インターフェースを通じた構成変更指示等の発行に関する機能は当該01インターフェースの終端である01終端や、それに付随して設けられる01関連機能に設けるのが好ましく、指示発行部 16 のうち02インターフェースを通じた構成変更指示等の発行に関する機能は当該02インターフェースの終端である02終端や、それに付随して設けられる02関連機能に設けるのが好ましい。

[0050] 以上のように、指示発行部 16 は、SM0外の各種の構成（0-RU、RANノード、0-Cloud、Near-RT RIC等）に対して、各種のインターフェース（A1インターフェース、01インターフェース、02インターフェース等）を通じて、rAppが生成した各種の指示（稼働指針、構成変更指示等）を発行する。そこで、SM0外への指示発行場所である各インターフェースに、指示発行部 16 の関連する機能を分散して実装するのが効率的である。同様に、指示検証部 15 の関連する機能も、各インターフェース（A1インターフェース、01インターフェース、02インターフェース等）に分散して実装することで、指示検証部 15 および指示発行部 16 によって構成されるポリシー／コンフリクト管理機能を、SM0外への指示発行場所であるインターフェース毎に最適化しうる。

[0051] 例えば、主にNear-RT RICに対する稼働指針の発行を担うA1インターフェースについては、指示検証部 15 のうち稼働指針生成部 13 が生成するNear-RT RICに対する稼働指針を検証する機能をA1終端やA1関連機能に設け、指示発

行部 1 6 のうちNear-RT RICに対してA1インターフェースを通じて検証された稼働指針を発行する機能をA1終端やA1関連機能に設ける。同様に、主にRANノードに対する構成変更指示の発行を担う01インターフェースについては、指示検証部 1 5 のうち構成変更指示生成部 1 4 が生成するRANノードに対する構成変更指示を検証する機能を01終端や01関連機能に設け、指示発行部 1 6 のうちRANノードに対して01インターフェースを通じて検証された構成変更指示を発行する機能を01終端や01関連機能に設ける。また、主に0-Cloudに対する構成変更指示の発行を担う02インターフェースについては、指示検証部 1 5 のうち構成変更指示生成部 1 4 が生成する0-Cloudに対する構成変更指示を検証する機能を02終端や02関連機能に設け、指示発行部 1 6 のうち0-Cloudに対して02インターフェースを通じて検証された構成変更指示を発行する機能を02終端や02関連機能に設ける。

[0052] なお、以上の指示検証部 1 5 および／または指示発行部 1 6 は、稼働指針生成部 1 3 および／または構成変更指示生成部 1 4 と同様に、SM0における人工知能／機械学習ワークフロー機能（図 3）が提供する機械学習モデルを利用して、rAppの指示の検証および／または発行を行ってもよい。また、Near-RT RICにも人工知能／機械学習ワークフロー機能と同様の機能が設けられる場合には、指示検証部 1 5 および／または指示発行部 1 6 の一部の機能をNear-RT RICに設けることで、そこで入手可能な情報（例えば、Near-RT RICが各RANノードに対して開始したアクション）と機械学習モデルに基づいて更に効率的にrAppの指示の検証および／または発行を行える。あるいは、Near-RT RICにおける機械学習モデルが生成する各種のデータを、01インターフェースやA1インターフェースを通じて、SM0における指示検証部 1 5 および／または指示発行部 1 6 に提供または集約することで、当該SM0において一元的にrAppの指示の検証および／または発行が行われるようにしてもよい。

[0053] 以上の本実施形態によれば、SM0に設けられる指示発行部 1 6 がrAppの指示をSM0外に発行する前に、SM0に設けられる指示検証部 1 5 が当該指示を一元的に検証する。このため、rAppが生成する指示のうち指示検証部 1 5 によっ

て検証されたものが、指示発行部 16 によって効率的にSM0外に発行される。

[0054] 以上、本開示を実施形態に基づいて説明した。例示としての実施形態における各構成要素や各処理の組合せには様々な変形例が可能であり、そのような変形例が本開示の範囲に含まれることは当業者にとって自明である。

[0055] なお、実施形態で説明した各装置や各方法の構成、作用、機能は、ハードウェア資源またはソフトウェア資源によって、あるいは、ハードウェア資源とソフトウェア資源の協働によって実現できる。ハードウェア資源としては、例えば、プロセッサ、ROM、RAM、各種の集積回路を利用できる。ソフトウェア資源としては、例えば、オペレーティングシステム、アプリケーション等のプログラムを利用できる。

[0056] 本開示は以下の項目のように表現してもよい。

[0057] 項目 1 :

0-RANのSM0 (Service Management and Orchestration) に設けられる指示検証部によって、当該SM0におけるNon-RT RIC (Non-Real Time RAN Intelligent Controller) によって実行されるrAppが生成する当該SM0外への指示を検証することと、

前記SM0に設けられる指示発行部によって、検証された前記指示を当該SM0外へ発行することと、

を実行する少なくとも一つのプロセッサを備える無線アクセスネットワーク制御装置。

項目 2 :

前記指示検証部は、前記rAppが生成する無線アクセスネットワークノードの稼働に関する稼働指針を検証し、

前記指示発行部は、前記無線アクセスネットワークノード、当該無線アクセスネットワークノードを仮想的に管理する仮想化基盤、Near-RT RIC (Near-Real Time RAN Intelligent Controller) の少なくともいずれかに対して、検証された前記稼働指針を発行する、

項目 1 に記載の無線アクセスネットワーク制御装置。

項目 3 :

前記指示検証部は、前記rAppが生成する前記SM0外の構成変更に関する構成変更指示を検証し、

前記指示発行部は、無線アクセスネットワークノード、当該無線アクセスネットワークノードを仮想的に管理する仮想化基盤、Near-RT RIC (Near-Real Time RAN Intelligent Controller) の少なくともいずれかに対して、検証された前記構成変更指示を発行する、

項目 1 または 2 に記載の無線アクセスネットワーク制御装置。

項目 4 :

前記指示検証部は、前記rAppが生成する前記SM0外の構成変更に関する構成変更指示を前記稼働指針と共に検証し、

前記指示発行部は、前記無線アクセスネットワークノード、前記仮想化基盤、前記Near-RT RICの少なくともいずれかに対して、検証された前記稼働指針および／または前記構成変更指示を発行する、

項目 2 に記載の無線アクセスネットワーク制御装置。

項目 5 :

前記指示検証部は、前記rAppが生成する前記指示に対して、優先度付け処理、発行スケジューリング処理、取消し処理、変更処理の少なくともいずれかを施す、項目 1 から 4 のいずれかに記載の無線アクセスネットワーク制御装置。

項目 6 :

前記指示検証部の少なくとも一部は、前記Non-RT RICに設けられる、項目 1 から 5 のいずれかに記載の無線アクセスネットワーク制御装置。

項目 7 :

前記指示検証部の少なくとも一部は、前記rAppとのインターフェースであるR1インターフェースに併設される、項目 6 に記載の無線アクセスネットワーク制御装置。

項目 8 :

前記指示発行部の少なくとも一部は、前記SM0外とのインターフェースであるA1インターフェース、01インターフェース、02インターフェースの少なくともいずれかに併設される、項目1から7のいずれかに記載の無線アクセスネットワーク制御装置。

項目9：

前記少なくとも一つのプロセッサは、

仮想化基盤情報取得部によって、無線アクセスネットワークノードを仮想的に管理する仮想化基盤から仮想化基盤情報を取得することと、

仮想化基盤情報提供部によって、前記rAppとのインターフェースであるR1インターフェースを通じて、前記仮想化基盤情報を当該rAppに提供することと、

を実行し、

前記指示検証部は、前記仮想化基盤情報に基づいて前記rAppが生成する前記指示を検証する、

項目1から8のいずれかに記載の無線アクセスネットワーク制御装置。

項目10：

前記少なくとも一つのプロセッサは、

稼働状況取得部によって、無線アクセスネットワークノードを仮想的に管理する仮想化基盤から当該無線アクセスネットワークノードの稼働状況を取得することと、

稼働データ取得部によって、前記無線アクセスネットワークノードから測定された稼働データを取得することと、

前記rAppによる稼働指針生成部によって、前記稼働状況および前記稼働データに基づいて、前記無線アクセスネットワークノードの稼働に関する稼働指針を生成することと、

を実行し、

前記指示検証部は、前記稼働指針を検証する、

項目1から9のいずれかに記載の無線アクセスネットワーク制御装置。

項目 1 1 :

0-RANのSMO (Service Management and Orchestration) において、当該SMOにおけるNon-RT RIC (Non-Real Time RAN Intelligent Controller) によって実行されるrAppが生成する当該SMO外への指示を検証することと、
前記SMOにおいて、検証された前記指示を当該SMO外へ発行することと、
を備える無線アクセスネットワーク制御方法。

項目 1 2 :

0-RANのSMO (Service Management and Orchestration) において、当該SMOにおけるNon-RT RIC (Non-Real Time RAN Intelligent Controller) によって実行されるrAppが生成する当該SMO外への指示を検証することと、
前記SMOにおいて、検証された前記指示を当該SMO外へ発行することと、
をコンピュータに実行させる無線アクセスネットワーク制御プログラムを記憶している記憶媒体。

産業上の利用可能性

[0058] 本開示は、0-RANのSMOにおけるrApp指示の検証に関する。

符号の説明

[0059] 1 無線アクセスネットワーク制御装置、 1 1 01/02情報取得部、 1 2 01/02情報提供部、 1 3 稼働指針生成部、 1 4 構成変更指示生成部、 1 5 指示検証部、 1 6 指示発行部。

請求の範囲

- [請求項1] 0-RANのSMO (Service Management and Orchestration) に設けられる指示検証部によって、当該SMOにおけるNon-RT RIC (Non-Real Time RAN Intelligent Controller) によって実行されるrAppが生成する当該SMO外への指示を検証することと、
- 前記SMOに設けられる指示発行部によって、検証された前記指示を当該SMO外へ発行することと、
- を実行する少なくとも一つのプロセッサを備える無線アクセスネットワーク制御装置。
- [請求項2] 前記指示検証部は、前記rAppが生成する無線アクセスネットワークノードの稼働に関する稼働指針を検証し、
- 前記指示発行部は、前記無線アクセスネットワークノード、当該無線アクセスネットワークノードを仮想的に管理する仮想化基盤、Near-RT RIC (Near-Real Time RAN Intelligent Controller) の少なくともいずれかに対して、検証された前記稼働指針を発行する、
- 請求項1に記載の無線アクセスネットワーク制御装置。
- [請求項3] 前記指示検証部は、前記rAppが生成する前記SMO外の構成変更に関する構成変更指示を検証し、
- 前記指示発行部は、無線アクセスネットワークノード、当該無線アクセスネットワークノードを仮想的に管理する仮想化基盤、Near-RT RIC (Near-Real Time RAN Intelligent Controller) の少なくともいずれかに対して、検証された前記構成変更指示を発行する、
- 請求項1に記載の無線アクセスネットワーク制御装置。
- [請求項4] 前記指示検証部は、前記rAppが生成する前記SMO外の構成変更に関する構成変更指示を前記稼働指針と共に検証し、
- 前記指示発行部は、前記無線アクセスネットワークノード、前記仮想化基盤、前記Near-RT RICの少なくともいずれかに対して、検証された前記稼働指針および／または前記構成変更指示を発行する、

請求項 2 に記載の無線アクセスネットワーク制御装置。

[請求項5] 前記指示検証部は、前記rAppが生成する前記指示に対して、優先度付け処理、発行スケジューリング処理、取消し処理、変更処理の少なくともいずれかを施す、請求項 1 に記載の無線アクセスネットワーク制御装置。

[請求項6] 前記指示検証部の少なくとも一部は、前記Non-RT RICに設けられる、請求項 1 に記載の無線アクセスネットワーク制御装置。

[請求項7] 前記指示検証部の少なくとも一部は、前記rAppとのインターフェースであるR1インターフェースに併設される、請求項 6 に記載の無線アクセスネットワーク制御装置。

[請求項8] 前記指示発行部の少なくとも一部は、前記SM0外とのインターフェースであるA1インターフェース、01インターフェース、02インターフェースの少なくともいずれかに併設される、請求項 1 に記載の無線アクセスネットワーク制御装置。

[請求項9] 前記少なくとも一つのプロセッサは、
仮想化基盤情報取得部によって、無線アクセスネットワークノードを仮想的に管理する仮想化基盤から仮想化基盤情報を取得することと、

仮想化基盤情報提供部によって、前記rAppとのインターフェースであるR1インターフェースを通じて、前記仮想化基盤情報を当該rAppに提供することと、

を実行し、

前記指示検証部は、前記仮想化基盤情報に基づいて前記rAppが生成する前記指示を検証する、

請求項 1 に記載の無線アクセスネットワーク制御装置。

[請求項10] 前記少なくとも一つのプロセッサは、
稼働状況取得部によって、無線アクセスネットワークノードを仮想的に管理する仮想化基盤から当該無線アクセスネットワークノードの

稼働状況を取得することと、

稼働データ取得部によって、前記無線アクセスネットワークノードから測定された稼働データを取得することと、

前記rAppによる稼働指針生成部によって、前記稼働状況および前記稼働データに基づいて、前記無線アクセスネットワークノードの稼働に関する稼働指針を生成することと、

を実行し、

前記指示検証部は、前記稼働指針を検証する、

請求項1に記載の無線アクセスネットワーク制御装置。

[請求項11]

0-RANのSMO (Service Management and Orchestration) において、当該SMOにおけるNon-RT RIC (Non-Real Time RAN Intelligent Controller) によって実行されるrAppが生成する当該SMO外への指示を検証することと、

前記SMOにおいて、検証された前記指示を当該SMO外へ発行することと、

を備える無線アクセスネットワーク制御方法。

[請求項12]

0-RANのSMO (Service Management and Orchestration) において、当該SMOにおけるNon-RT RIC (Non-Real Time RAN Intelligent Controller) によって実行されるrAppが生成する当該SMO外への指示を検証することと、

前記SMOにおいて、検証された前記指示を当該SMO外へ発行することと、

をコンピュータに実行させる無線アクセスネットワーク制御プログラムを記憶している記憶媒体。