\Orchestrating a brighter world NEC

NV研究会 9月研究会

システム自動設計技術を用いた多様な5Gコアネットワークの設計

2022年9月1日

NEC セキュアシステムプラットフォーム研究所
渡辺俊貴、黒田貴之

© NEC Corporation 2022

1

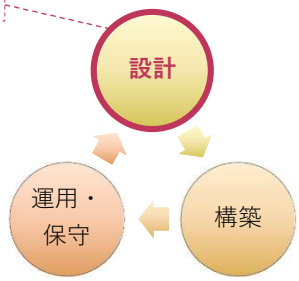
背景

ネットワークの運用管理自動化に向けた自動設計技術の開発

◆ ネットワークの大規模化・複雑化・多様化にともない、ネットワークの運用管理の自動化へのニーズが高まっている。

本研究の対象

フェーズ	自動化が必要な技術	具体例
設計	システム要件を満たす構成の設計	テンプレモデルの利用
構築	設計された構成の設定反映	ZTP、 自動構築ツール(Ansible, Chef等)
運用・保守	監視、異常検知、障害対処	AIを用いた監視(状態、性能等)や 異常検知、障害特定、等



ネットワークの運用管理のサイクル

 © NEC Corporation 2022

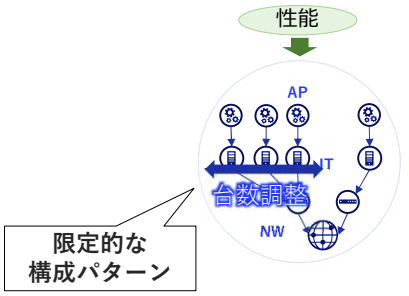
\Orchestrating a brighter world NEC

2

ネットワークを自動設計する必要性

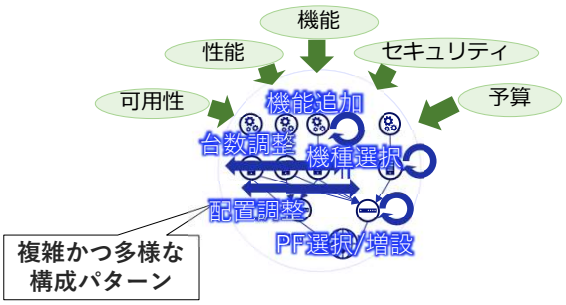
システム要件は多種多様にわたり人手での設計には限界があるため

少数かつ基本的な要件に基づく自動設計



→ 一定の構成パターンを事前に用意しておき、限定的な範囲で構成を調整

多様な要件に基づく自動設計



→ 多様な要件を満たしうる構成パターンを事前に定義しておくことは困難

© NEC Corporation 2022
\Orchestrating a brighter world NEC

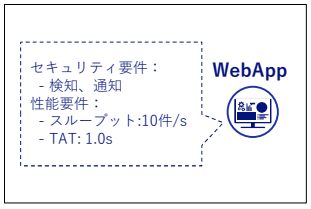
システム自動設計技術とは

簡単なシステム要件からそれを満たすシステム構成を自動で導出

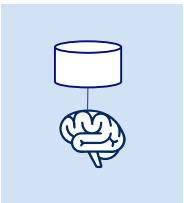
設計者

- あるWebアプリを動かすためのシステムを構築したい。
- 異常検知時にアラート通知してほしい。
- 10件/秒の処理を実行でき、1秒以内に応答がほしい。

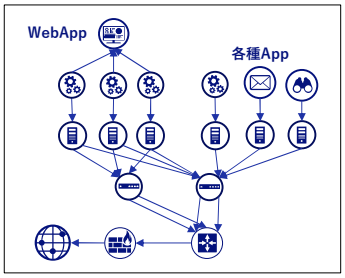
入力（システム要件）



自動設計技術



出力（構成図）



設計対象のシステムに関する深い知識がなくても設計が可能

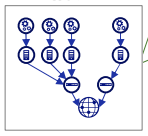
© NEC Corporation 2022
\Orchestrating a brighter world NEC

システム自動設計技術の概要

構成要素の具体化モデルを定義し、
それらの任意の組合せでシステム構成を具体化

システム構成のモデル

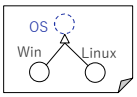
構成



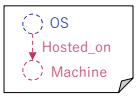
構成要素の具体化モデル(例: OS)

具体化パターン
その構成要素の具体化パターン

自身の選択肢



周辺の構成

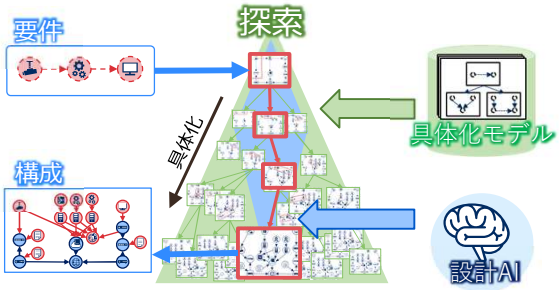


制約条件:具体化の際に満たすべき条件
等式・不等式
- *OS.req_memery ≦ Machine.memory*

目的関数
- *underRequiredTAT()*

システム構成の具体化方法

全ての構成要素が条件を満たすよう
具体化モデルを適用してシステム構成を具体化

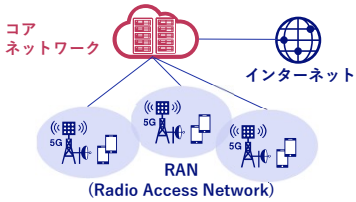


© NEC Corporation 2022
\Orchestrating a brighter world NEC

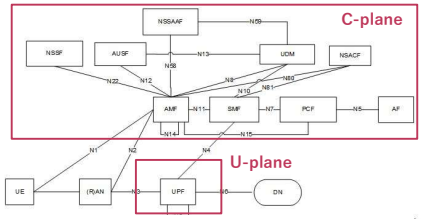
5GCネットワークへの適用

システム自動設計技術を利用して5GCネットワークを自動設計

- 5GCネットワーク(5G Core network)とは
  - 5G無線を収容するモバイルコアネットワーク
- 5GCネットワークの構成要素
  - U-plane(User plane)とC-plane(Control plane)で構成
    - C-planeを構成するNF(Network Function)の例
      - AMF (Access and Mobility Management Function)
      - SMF (Session Management Function)
      - NSSF (Network Slice Selection Function)
      - AUSF (Authentication Server Function)
      - UDM (Unified Data Management)
      - PCF (Policy Control Function)
      - NRF (Network Repository Function)
      - etc...
    - U-Planeを構成するNFの例
      - UPF (User Plane Function)



5Gネットワークの全体構成の概念図



5GCのシステム構成[1]

[1]：3GPP TS 23.501(V17.5.0), Figure 4.2.3-2: Non-roaming 5G System Architecture in reference point representation

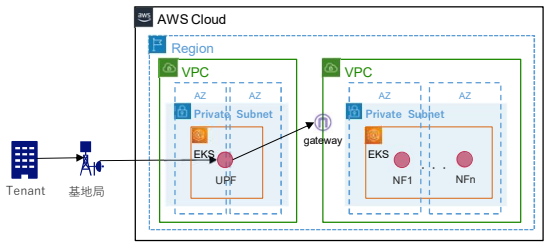
NEC

5GCネットワークの要件

EKS利用の旨と隔離要件、および各種非機能要件に基づき
5GCネットワークを自動設計

◆ 機能要件
- AWS上に構築
- Amazon EKSを利用して管理
- 隔離要件がある場合はそのテナント専用のNF(例えばUPFとSMF)を作成

AWS上の5GCネットワークの構成概要図



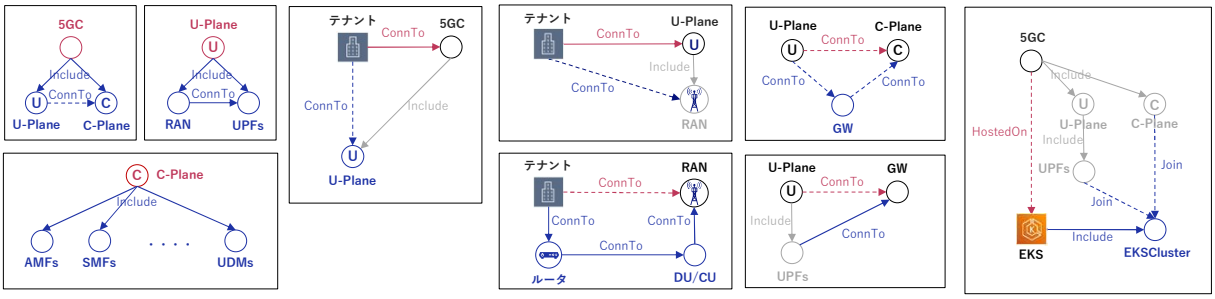
◆ 非機能要件

非機能要件	要件に応じた設計パターン
接続UE(ユーザ端末)数	1つのAMFでさばける端末数が限られているため、AMFの数を調整して設計
PDUセッション数	1つのSMFでさばけるセッション数は限られているため、SMFの数を調整して設計
スループット	1つのUPFで対応できるスループットは限られているため、UPFの数を調整して設計
遅延	テナントが接続するリージョンを調整して設計

© NEC Corporation 2022
\Orchestrating a brighter world NEC

要件を満たすための設計モデル(1/3)

赤色：具体化対象　灰色：前提条件
青色：具体化後の構成



上記は設計に必要な具体化モデルの一部

© NEC Corporation 2022
\Orchestrating a brighter world NEC

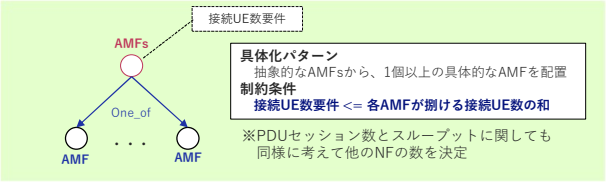
要件を満たすための設計モデル(2/3)

赤色：具体化対象　灰色：前提条件
青色：具体化後の構成

性能要件に応じてNF数、EC2の数や種類を設計する具体化モデルを用意

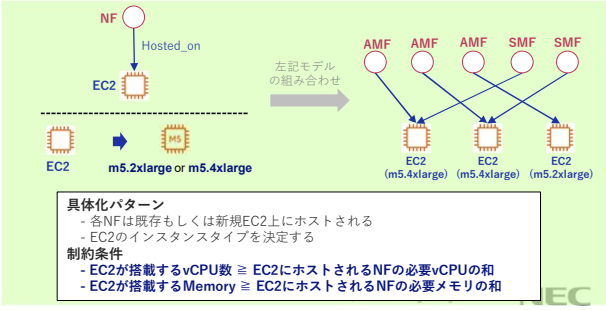
- 各NFの性能に基づき任意の数のNFを作成するモデル

性能要件を満たすNF数が選択された構成を設計可能



- EC2のスペックに基づきNFがホストされるEC2を選択するモデル
- 任意のEC2インスタンスタイプを選択するモデル

多数のNFをホストするために必要なEC2の数およびインスタンスタイプが選択された構成を設計可能



© NEC Corporation 2022

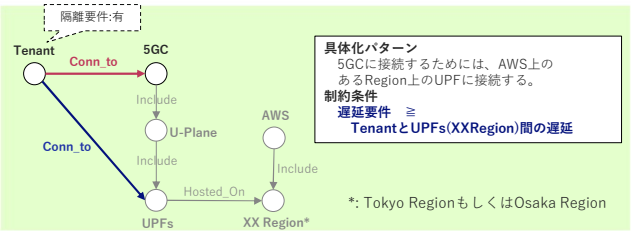
要件を満たすための設計モデル(3/3)

赤色：具体化対象　灰色：前提条件
青色：具体化後の構成

遅延要件や隔離要件に応じて接続先NFを設計する具体化モデルを用意

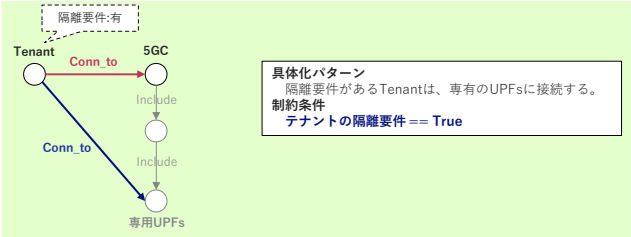
- テナント-リージョン間の遅延に基づき接続先UPFsを選択するモデル

遅延要件を満たすリージョンに接続される構成を設計可能



- 隔離要件に基づき専有のNFを作成するモデル

隔離要件に応じて適切なNFが作成された構成を設計可能



© NEC Corporation 2022
\Orchestrating a brighter world NEC

評価：設計時に用いた諸元値

各NFの性能と必要スペックの諸元値

NFの種類	対応UE接続数	対応PDUセッション数	スループット[Gbps]	必要vCPU数[個]（/NF）	必要メモリ[GiB](/NF)
AMF	10,000	–	–	2	8
SMF	–	10,000	–	2	8
UPF	–	–	10,000	2	8
NSSF	–	–	–	2	8
AUSF	–	–	–	2	8
UDM	–	–	–	2	8

使用するEC2インスタンスのタイプ

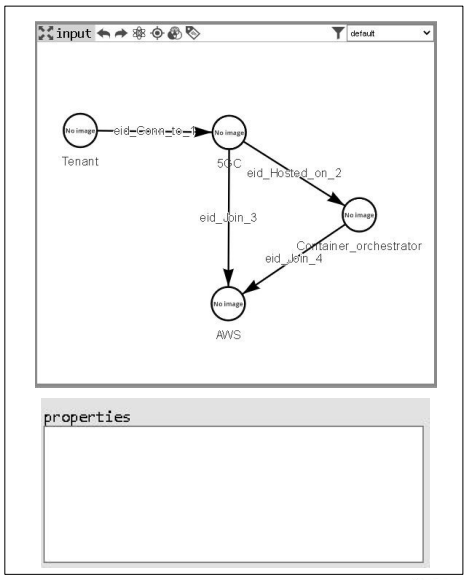
インスタンス	m5.2xlarge	m5.4xlarge
vCPU[個]	8	16
Memory[GiB]	32	64

© NEC Corporation 2022
\Orchestrating a brighter world NEC

評価：基本となるシステム要件

設計デモ

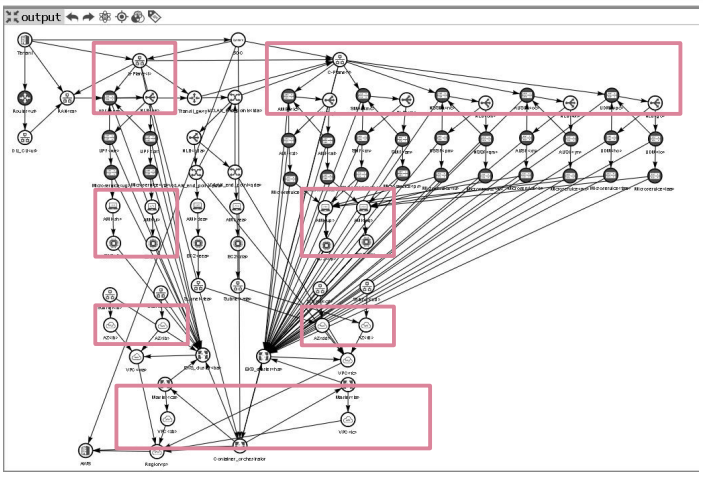
■システム要件（入力）
・機能要件
- 5GCネットワークを構築
- AWS上に構築
- コンテナオーケストレータを利用
- 一つのテナントが接続



© NEC Corporation 2022
\Orchestrating a brighter world NEC

評価：自動設計結果1（基本構成）

5GCネットワークの骨格構成を自動設計



- U-Plane(UPF)とC-Plane （AMF,SFM等）からなる構成
- 各NFをホストするためのAMI, EC2が作成された構成（同種のNFは異なるEC2上にホスト）
- AZが二つの構成
- EKSを利用し、U-Plane用のVPCとC-Plane用のVPCを作成する構成

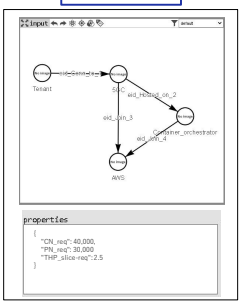
© NEC Corporation 2022
\Orchestrating a brighter world NEC

評価：自動設計結果2（性能要件を考慮した構成）

設計デモ

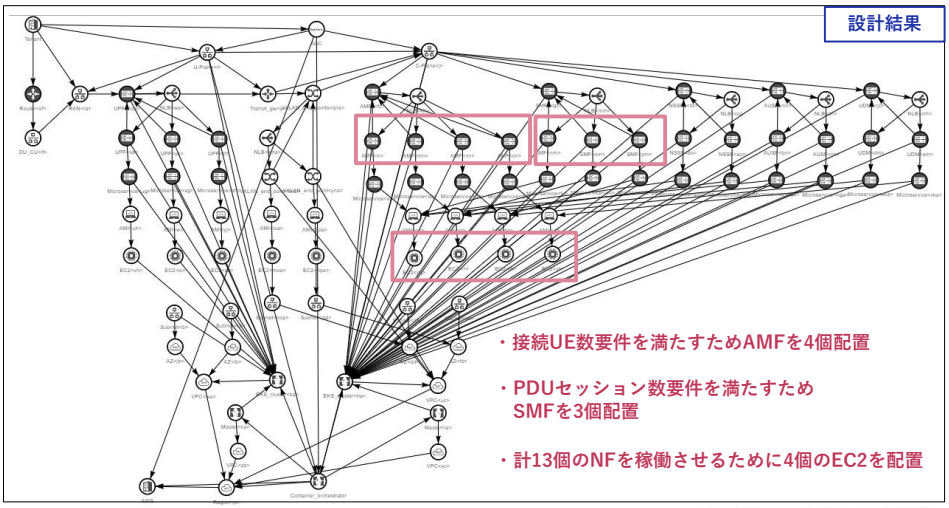
性能要件を満たすようNFやEC2の数が調整された構成を自動設計

入力要件



■システム要件（入力）
・機能要件
- 基本システム要件と同じ
・非機能要件
- 接続UE数要件：40,000
- PDUセッション数要件：30,000
- スループット：2.5Gbps

設計結果



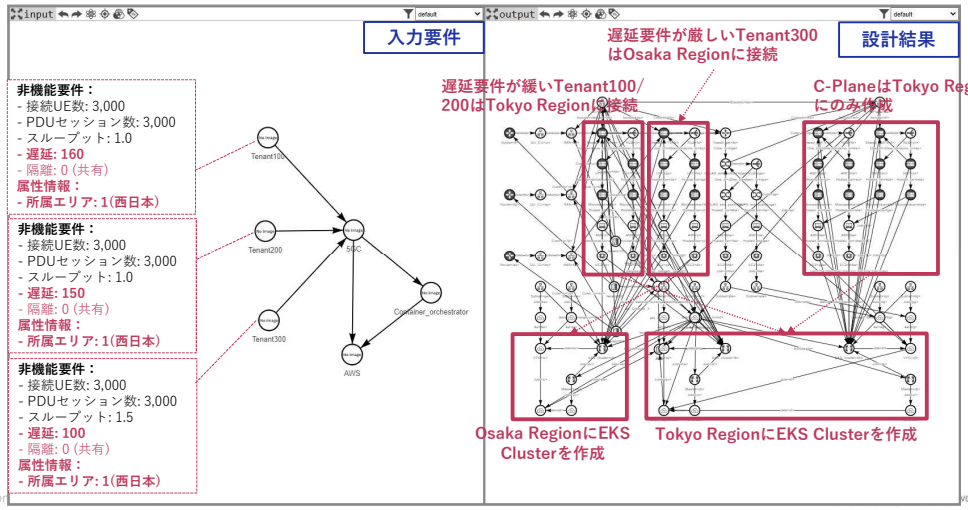
- 接続UE数要件を満たすためAMFを4個配置
- PDUセッション数要件を満たすためSMFを3個配置
- 計13個のNFを稼働させるために4個のEC2を配置

© NEC Corporation 2022

評価：自動設計結果3（遅延要件を考慮した構成）

設計デモ

遅延要件に応じて接続リージョンが選択された構成を自動設計

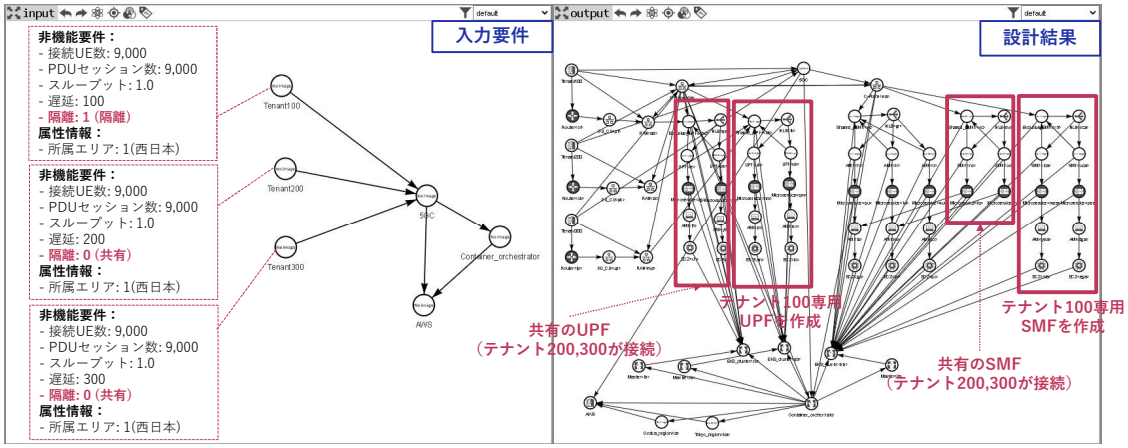


© NEC Corporation
\Orchestrating a brighter world NEC

評価：自動設計結果4（隔離要件を考慮した構成）

設計デモ

隔離要件に応じて専有/共有NFが選択された構成を自動設計



© NEC Corporation 2022
\Orchestrating a brighter world NEC

まとめと今後の予定

シンプルな入力から多様な要件を考慮した
5GCネットワークを自動設計できることを確認

◆ 内容
- 自動設計技術を適用してAWS上での5GCネットワークを自動設計

◆ 成果
- 下記要件を任意に組み合わせた構成を自動設計できることを確認
  - AWS上でのU-PlaneとC-Planeを構成する各種NFからなる5GCネットワークの基本構成
  - 性能要件を満たすようにNFやEC2の数や種類が選択された構成
  - 遅延要件に応じてテナントが接続するAWSのリージョンが選択された構成
  - 隔離要件に応じて共有or専有のNFが選択された構成

◆ 今後の予定
- AIと連携することで、設計時間の短縮や、上記要件を満たしつつ総コストや総リソース量が少ない構成を優先的に導出する。

© NEC Corporation 2022
\Orchestrating a brighter world NEC

\Orchestrating a brighter world

NECは、安全・安心・公平・効率という社会価値を創造し、
誰もが人間性を十分に発揮できる持続可能な社会の実現を目指します。

\Orchestrating a brighter world

NEC