

4 ロバスト NW/IOWN Cognitive Foundation/ オペレーション

# IOWN時代の様々なサービス要望を 満たし続ける自律オペレーションの取り組み

通信トラフィック・品質・オペレーション研究プロジェクトでは、IOWNにおける価値創造を支えるICT基盤や故障/品質劣化に強いロバストNWの実現に向け、多様なサービス要望(Intent)をくみとり、あらゆる変化に追従しながらIntentを自律的に満たし続けるIntent-based Intelligent Operationの研究開発を進めている。本稿では、その取り組み内容を紹介する。

## IOWNおよびロバストNWを支えるオペレーションの実現に向けて

通信トラフィック・品質・オペレーション研究プロジェクトでは、IOWNにおける社会の多様な価値創造を持続的に支えるICT基盤や故障/品質劣化に強いロバストNWを実現するためのIntent-based Intelligent Operationの実現を目指している。具体的には、サービス利用者/提供者などの様々な要望(Intent)を汲み取り、あらゆる環境変化に対し自律的にIntentを満たす設計・運用を支える4つのインテ

リジェンス技術群の研究開発を進めている(図1)。

様々なIntentを解釈しICTリソースを横断的に制御する「①Mintent®(Intent AIメディエータ)」、Intentを満たすため環境変化を予見し自律適

応する「②Intent-aware AI」、End-to-Endで光波長パスの設定・管理を可能とする光NWコントローラを実現する「③光NWコントローラ・連携」に取り組んでいる。また、これらの技術を統合し、IOWN Cognitive



NTT ネットワークサービスシステム研究所  
通信トラフィック・品質・オペレーション研究プロジェクト  
(左から) グループリーダー 三好 優氏  
プロジェクトマネージャ 岡本 淳氏  
グループリーダー 増田 征貴氏  
グループリーダー 山岸 和久氏

Foundation®(以下、CF)<sup>[1]</sup>の具現化を推進するための「④オペレーションアーキテクチャ」にも取り組んでいる。

本稿では、そのうち「Mintent®」、「Intent-aware AI」、「オペレーションアーキテクチャ」の具体的な取り組みについて紹介する。

## Mintent®(Intent AIメディエータ)

サービス提供者・利用者は、サービスに対する様々な要望をかかえている。例えば、サービス利用者は、VR映像サービスであればリアル空間にいるような視聴覚体験を実現したい、eスポーツであればパフォーマンスに影響のないスムーズな操作

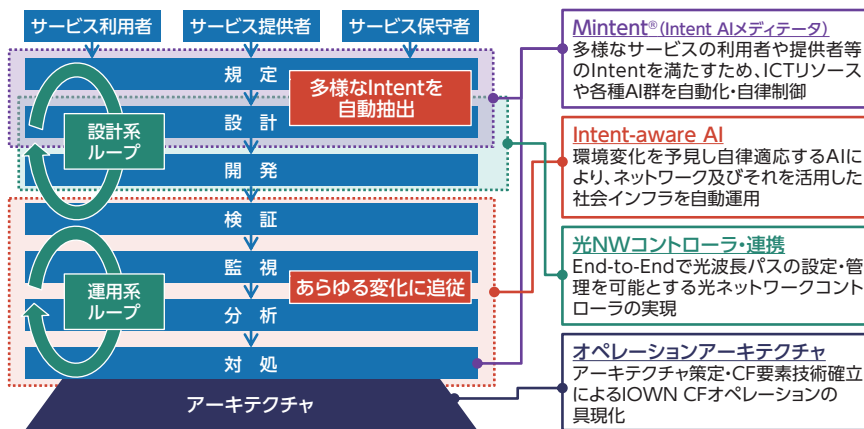


図1 Intent-based Intelligent Operation

を実現したい、自動作業・運転ロボットであれば人間と同等あるいはそれ以上の精度・時間で運搬作業や物体検知等の必要なタスクを達成したいなど、サービスにより多様な要望が存在する。一方で、サービス提供者は、これらのユーザ要望を実現したうえで、データ伝送量を最小限に抑えることで運用コストを削減したい、クレームに迅速に対応しユーザの満足度を維持したいなどの要望がある。こうした要望を Intent と呼び、サービス提供者・利用者は、Intent が満たされるサービスの提供を期待する。

しかし、既存のネットワークでは、提供されているサービスの種類に関わらず、一律に帯域や遅延などの品質要件を満たすように制御を行う。そのため、サービス個別の品質要件を満たせず、サービス提供者の Intent も満たせない可能性がある。

そこで、当プロジェクトでは、サービス利用者・提供者などの様々な Intent を満たすサービスを実現するため、Intent を適切に定量化・抽出し、Intent を満たすようにアプリケーション、クラウドサーバ、ネットワークなどの ICT リソースを横断的に最適制御する技術として、Mintent<sup>®</sup>の研究開発に取り組んでいる。

2023年度は、NTT アクセスサービスシステム研究所 (AS 研) および NTT ドコモと連携し、Mintent<sup>®</sup>の PoC (Proof of Concept) を進め、NTT R&D FORUM 2023<sup>[2]</sup> および docomo Open House'24 へ出展した。PoC では、図 2 に示す通り、スマートスタジアムにおいて、サービス提供者の Intent から品質要件

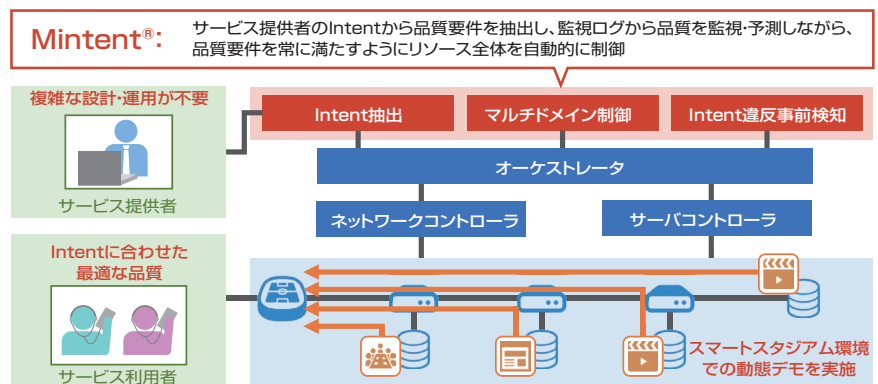


図 2 Mintent<sup>®</sup> PoC

を抽出し、監視ログから品質を監視・予測しながら、品質要件を常に満たすように、有線ネットワークおよびクラウドサーバのリソースを横断的に自動制御した。

PoC は NTT が取り組む 3 つの技術から構成される。1 つ目の「Intent 抽出技術」は、サービス提供者がチャットボットから入力した自然言語を解析し、Intent の一つである品質要件を抽出する (AS 研取り組み技術)。2 つ目の「Intent 違反事前検知技術」は、ネットワークの監視ログから将来の品質を予測し、Intent を満たす品質要件に違反していないか事前検知する (当プロジェクト取り組み技術)。3 つ目の「マルチドメイン制御技術」は、Intent から抽出された品質要件を満たしつつ、物理リソース構成を考慮しながら、リソース全体の利用効率を最大化するようリソース割当を算出する (当プロジェクト取り組み技術)。

また、PoC では、「サービス初期配置」と「ユーザ数増加に伴うサービス再配置」の 2 つのシナリオを実証した。「サービス初期配置」シナリオでは、サービス提供者がチャットボットから入力した様々な

情報を Intent 抽出技術で解析することで、Intent の一つである品質要件を抽出し、マルチドメイン制御でサービスを初期配置することができる。「ユーザ数増加に伴うサービス再配置」シナリオでは、Intent 違反事前検知技術でユーザ数の増加による品質劣化を事前予測し、Intent を満たし続けるようにマルチドメイン制御でサービスを再配置することができる。

これらの技術の導入により、サービス提供者の Intent に合わせた最適な品質のネットワーク提供と、サービスごとのネットワーク設計や複雑な運用が不要になることでオペレーションコストの低減が期待できる。

## Intent-aware AI

ネットワークの内部および外部で膨大に流通する装置・システムログなどの構造情報と保守者の対応履歴などの非構造情報を多角的に分析し、保守者の Intent (サービス影響ゼロなど) に基づきネットワークオペレーションを効率化・自動化する技術が Intent-aware AI である (図 3)。大規模な通信故障や災害に対して、より強靭なネットワークの

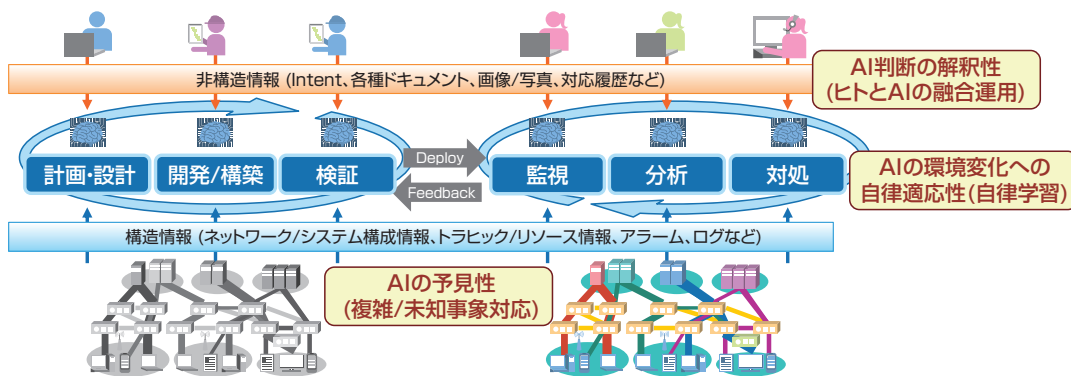


図3 Intent-aware AIの概要

実現を目指し、ICTを取り巻く激しい環境変化への“自律適応性”、複雑/未知な想定外事象を極小化する“予見性”、判断結果の“解釈性”を備えたAIの研究開発に取り組んでいる。

環境変化への自律適応性は、ネットワーク保全業務の監視・分析・対処で取得するデータでの繰り返しの機械学習と、データ傾向の変化から学習モデルの更新時期を検出する技術で実現する。深層学習を用いたICTシステムの異常・故障箇所の検知・推定技術 (DeAnoS<sup>®</sup>)、災害時のエネルギー需給を想定したICTリソース制御技術などを検討している。

AIの予見性は、システムの構築・検証段階での学習によって高め、保全業務での想定外事象の極小化を目指している。デジタルツインや検証環境で多種多様な故障をカオスエンジニアリングで発生させ、予見性を高める検討を進めている<sup>[3]</sup>。

AIの判断結果に解釈性を与え、ヒトによる最終判断や評価を可能とすることは、オペレーションの効率化・自動化の実現・普及のために重要である。急速に発展・普及する大規模言語モデル (LLM) は、言語や画像などの非構造情報を扱うことが可能なため、保守者の対応履歴の分析や

システム検証結果の分析などに適用し、AIの判断結果に解釈性を持たせる技術の検討を進めている。

ネットワークオペレーションの多岐に渡る業務の高度化に向け、様々なIntent-aware AIを検討しており、一例として2つの技術を紹介する。まず、映像配信サービスのユーザ体感品質劣化時のIntent (品質改善) に対し、要因を符号化品質と通信品質のいずれかに特定する技術を紹介する。本技術は、ユーザ体感品質推定技術である国際標準ITU-T勧告P.1203、P.1204とユーザ単位の映像配信視聴ログを用いて体感品質劣化要因を分析する技術であり、国際標準ITU-T勧告P.1211として2023年10月に制定された<sup>[4]</sup>。

次に、災害などでの広域停電時の通信サービス継続のために、電気自動車 (EV) で無線基地局などの通信設備へ電力を安定供給するIntentに対し、効率的な配車計画を迅速に作成する巡回ルート生成技術を紹介する (図4)。本技術は、

Intentを電力安定供給のための複数の制約条件 (通信設備やEVの蓄電残量など) とEVの移動効率に落としこみ、深層強化学習により多様な制約条件を事前学習することで、適用環境に適した配車計画を高速に作成できる。本技術で生成した配車計画により、停電時も迅速に給電し、安心・安全な通信サービスの提供を目指し、NTTドコモ、および、日本カーソリューションズとEVを活用した基地局電源救済システムの実証実験を2024年1月に開始した<sup>[5]</sup>。

### オペレーションアーキテクチャ

研究テーマ「オペレーションアーキテクチャ」では、IOWNのCF構

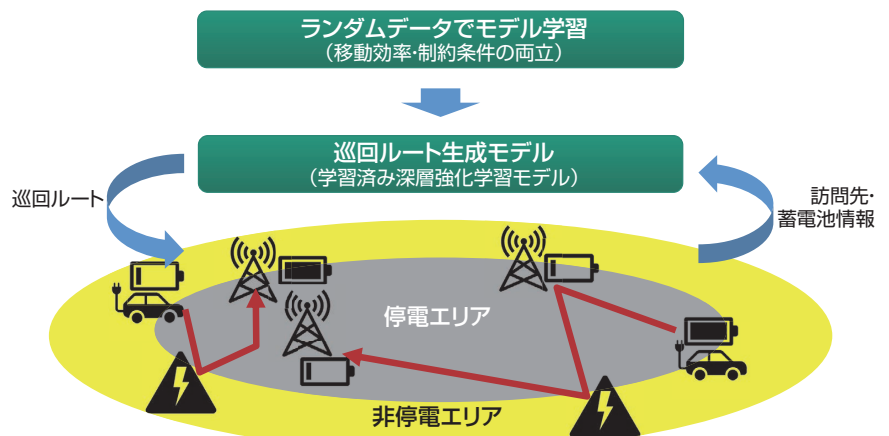


図4 巡回ルート生成技術



想を具現化する要素技術や、構想のもと将来のオペレーションに活用されるシステムやソフトウェアアーキテクチャの研究開発をミッションとしている。現在は主に、B2B2X モデルのビジネスにおいて IOWN の ICT リソースを提供する役割

を担う「マルチオーケストレータ」システムの一部機能を要件に基づき自動的に構築する技術、業務自動化と DX 進展により変化する将来のネットワークのオペレータを支援する技術、ネットワーク装置やトラヒックのモデリングによりプロビジョニングの高度化を実現するネットワークデジタルレプリカ技術の確立に取り組んでいる。

ここでは、将来の APN (All-Photonics Network) に対して取り組んでいるリソース管理技術について述べる。昨年商用サービスを開始した APN では、今後の多様なサービス用途への展開と普及に向け、より柔軟な光パスの設定・制御・リソース提供を実現する必要がある。多様なサービスが短期間で検討・構築・提供され、またサービス提供も短期間で更改・終了するなど近年のビジネスライフサイクルは非常に短くなっており、クラウドや SaaS といった ICT サービスが即時にコンピューティングリソースを確保できるように、APN も素早く光パスをリソースとして提供する工夫が必要と考えている。我々は、ユーザのオーダ傾向を元に一部の光パスを事前に

構築・確保しておき、要求に対して素早くネットワークリソースとして提供するユースケースを実現するリソース管理方式を提案しており、現在は、リソースの事前確保において課題となる、設備コスト増大を抑制するための事前リソースを可能な限り無駄なく確保するアルゴリズムの研究を進めている (図 5) [6]。本方式では、光パス間を接続する装置などいくつかの前提の下、ユーザの要求に合致する光パスの組合せを素早く選出して提供する。更に、トポロジに光パスの通過本数制限を設けることで、過剰なパス配備を抑制しつつ、リソース配備要件を達成させる。現在、日本全国や海外のネットワーク構成モデルに対し APN の伝送装置が配備されている設定の下、在庫数を最小限にする複数アルゴリズムの策定を進めている。

その他、昨年度より立ち上げている将来のオペレータ支援技術ではオペレータの行動を記録し同様事象の発生時に過去の行動を再現することで自動対処ができる範囲を増やしていく機能の検討を、ネットワークデジタルレプリカ技術では引き続き端末機能分類に基づいたトラヒックモ

デル化や、装置性能を推論するための特徴量に着目した装置モデリングのアルゴリズム高度化を進めている。

## おわりに

本稿では、通信トラヒック・品質・オペレーション研究プロジェクトにおける研究開発の取り組みの一部を紹介した。今後も IOWN やロバスト NW を支える Intent-based Intelligent Operation の実現に向け、研究開発を推進していく。

- [1] 長谷部ら, “IOWN 構想に向けたコグニティブ・ファウンデーション® 関連技術の取り組み,” NTT 技術ジャーナル, vol.32, pp.6-10, Apr. 2020.
- [2] [https://www.rd.ntt/forum/2023/doc/E06\\_leaf\\_j.pdf](https://www.rd.ntt/forum/2023/doc/E06_leaf_j.pdf)
- [3] 高橋ら “障害に強いロバストネットワーク実現のための NW-AI 自己進化フレームワーク,” NTT 技術ジャーナル, vol.35, pp.17-19, Oct. 2023.
- [4] ITU-T Recommendation P.1211, “Derivation procedure of contribution values for quality degradation of adaptive audiovisual streaming services,” Oct. 2023. <https://www.itu.int/rec/T-REC-P.1211-202310-I/en>
- [5] <https://group.ntt.jp/newsrelease/2024/01/12/240112a.html>
- [6] 加藤ら, “設備利用効率を考慮したオンデマンド伝送パスサービスを実現するリソース管理方式の提案,” 信学技報, ICM2023-36, pp.45-50, Jan. 2024.

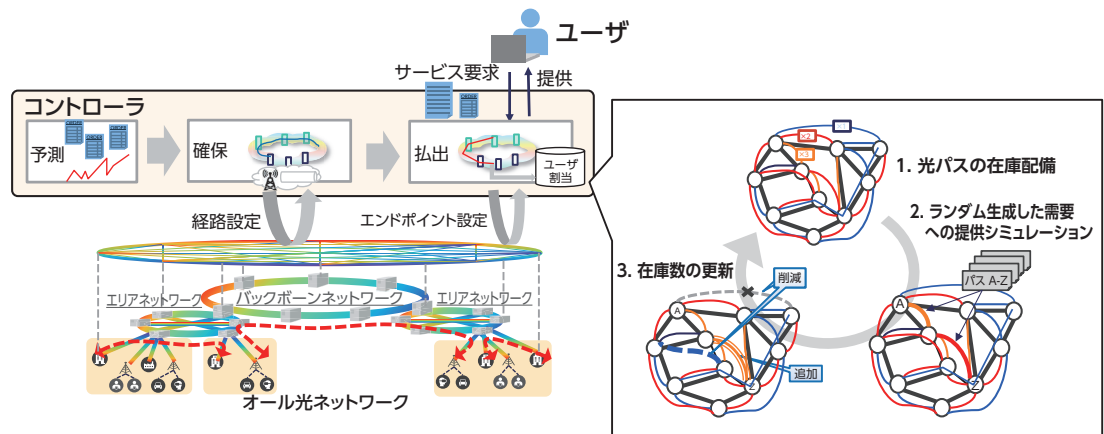


図 5 提案する APN 向けリソース管理方式