

AI間連携による大規模ネットワーク制御技術



Martinez-Julia Pedro
(ペドロ・マルティネス・フリャ)
ネットワーク研究所
ネットワークアーキテクチャ研究室 研究員
大学院修了後、2016年にNICT入所。
AIを活用したネットワーク管理制御自
動化の研究及びIETF/IRTFにて国際標
準化活動に従事。
Ph.D. (コンピューター・サイエンス)。



Ved P. Kafle (バド・カフレ) (左)
ネットワーク研究所
ネットワークアーキテクチャ研究室
研究マネージャー
大学院修了後、2006年NICTに入所。
2018年3月から現職。次世代ネット
ワークアーキテクチャ研究及びITU-T
にて国際標準化活動に従事。
博士 (情報学)。

朝枝 仁 (あさえだひとし) (右)
ネットワーク研究所
ネットワークアーキテクチャ研究室
室長
日本IBM、INRIA (フランス)、慶應義
塾大学院特任准教授を経て、2012年
にNICT入所。ネットワークプロトコ
ル等の研究開発に従事。2021年から
現職。博士 (政策・メディア)。

Beyond 5Gに向けてネットワークの大規模化と複雑さが増していく中、膨大な数のネットワーク機能・機器を手だけで随時最適に運用管理することは困難です。このため、人工知能 (AI) を用いた自動化技術により、ネットワークの障害や通信性能の劣化を迅速に検知・予測し、適切なネットワークの制御や管理を行う必要があります。しかし特定の事象に対して判断することが得意なAIであっても、多様かつ変化し続けるネットワークの障害や通信性能の劣化を迅速に検知・予測し、適切なネットワークの制御や管理を行う必要があります。しかし特定の事象に対して判断することが得意なAIであっても、多様かつ変化し続けるネットワークの障害や通信性能の劣化を迅速に検知・予測し、適切なネットワークの制御や管理を行う必要があります。しかし特定の事象に対して判断することが得意なAIであっても、多様かつ変化し続けるネットワークの障害や通信性能の劣化を迅速に検知・予測し、適切なネットワークの制御や管理を行う必要があります。

■大規模ネットワークの管理

AI自動化を用いた大規模ネットワークの管理において、ネットワーク管理者もしくは管理システムは、膨大な数の物理的なハードウェア機器または論理ソフトウェア (仮想またはクラウド・ネイティブ・ネットワーク機能 (VNF/CNF) など) の上で実行される様々なネットワーク機能 (スイッチ、ルーター、ファイアウォール、キャッシュ機能など) の状態を網羅的に把握しなければなりません。このため、それらのネットワーク機能に関連する膨大な量のモニタリング・データ及び制御データを効率的に取得し、ネットワーク内で起こり得る状況に注意深く分析し、人やAIが出来る限り正確に障害等の検知・予測をする必要があります。ここでは、ネットワーク管理に関与する各種データを収集・処理する「ネットワー

ク・テレメトリ」と呼ばれる技術を用い、この技術と複数のAIユニットを連携することで最適ネットワーク環境を動的に構築する手法が効果的です。もし、異なるAIユニットが異なる分析結果を提示した場合、AIユニット間で関連データを共有しつつ、そこから一意の分析結果を再度生成しなければなりません。この際、現在は人がその難しい過程に関与する必要がありますが、なるべく人手を介さずに最適化された分析結果を得ることが望ましいです。

■ネットワーク・テレメトリの効率化

全てのユーザーアプリケーションが安定して稼働するため、管理システムは、ネットワークを流れる膨大な量のデータを収集し、ネットワークやアプリケーションの状態を正確に把握し、もし問題を検知すれば、その状況を即座に改善する必要があります。これを実現するのが制御ネットワークです。制御ネットワークは、ユーザーデータの制御及び管理を行う特別な物理/論理ネットワークのことであり、ネットワーク機能が処理したユーザーデータの量や処理に要した時間などのモニタリング・データをネットワーク管理システム及びAIユニットに伝達します。しかし、制御ネットワークが送信できるモニタリング・データの量は、制御ネットワークの処理能力及び使用可能な帯域幅に依存するため、もし管理システムが受信するデータ量が十分でなく情報の粒度も低かった場合、AIユニットによってなされる判断の精度は低下します。

我々はこの問題に対処するために、モニタリング・データを特殊な圧縮技術を用いて転送する新たなテレメトリ機構を

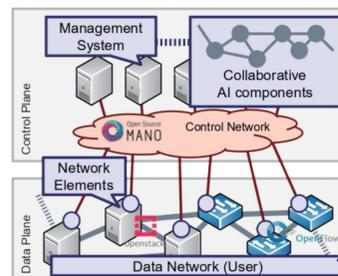


図1 System Overview

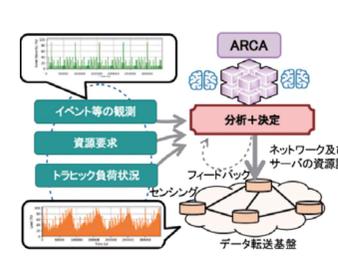


図2 ARCA workflow



図3 Platform Computers running ARCA

考案しました。この機構は、制御ネットワークを介して送信される制御データの量を最小限に抑えながらも、管理システム及びAIユニットが適切な分析を行うのに十分な情報を提供することを可能にします。

■AIユニット間連携

AIユニットは、制御データを分析することによってネットワークの状態を把握し、潜在的な問題を特定し、それを解決するための適切な処置を行います。しかし、大規模ネットワークにおいては一つのAIユニットだけで最適解を特定することは困難なため、複数のAIユニット群により示された異なる提案やパラメータ及びそれに基づく対処法を見出す必要があります。我々は、異なる複数のAIユニットを接続するため、一つのAIユニット (例: 制御データ分析装置) から出力されるデータを他のAIユニット (例: 対策決定装置) へ伝送するパイプライン技術を考案しました。このパイプライン技術を用いることで、AIユニット間で相互の出力データを共有し、個別に生成した判断結果を総合的に把握し、その中から最も適切な判断を選択することが可能となります。

さらに、上記パイプライン技術を含むAIユニット間連携を可能にする

ARCA (Autonomic Resource Control Architecture) と呼ばれるネットワーク管理アーキテクチャを開発しました。ARCAは、ネットワークに割り当てられたリソースを柔軟に活用する完全自動管理システムを提供し、絶えず変化するネットワーク・サービス利用者のニーズに応えます。このシステムは、複数のAI手法によって得られる総合的な出力データに基づいて、リソースの利用に関する適切な処置を決定し実行します。

■ネットワーク管理自動化技術の実装

現在、上述のネットワーク・テレメトリ機構及びAI間連携技術ARCAをオープンソースMANO (OSM) フレームワークに統合するための実装に取り組んでいます。このフレームワークは、欧州電気通信標準化機構 (ETSI) の傘下にある多数の組織によって開発されたオープンソース・ソフトウェアであり、システム・オーケストレーションのアーキテクチャとして広く利用されています。我々の提案技術はこのフレームワークに導入することで、ネットワーク業界、ひいては社会に貢献出来ると考えています。

図1にネットワーク全体における提案技術の役割を示します。前述のAIユニット間連携を可能にするために、AIユニット群 (図1の右上) と管理システ

ムとを接続してOSMを拡張し、ネットワーク機能及びネットワーク・サービス利用者を効率的にモニタリングします。OSMを利用したこのシステムは、各種クラウドやソフトウェアで構成されたネットワーク・プラットフォーム (業界で広く利用されているOpenStackやOpenFlowなど) に適応可能です。図2に示されるARCAワークフローには、イベント通知及び性能測定値の取得、AIを用いた取得データの分析、ネットワークの運用に必要なリソース量の推定、そして (必要なリソースを割り当てた) ネットワークからのフィードバック及び効果の評価といった工程があります。図3は、ARCAソフトウェアを実行するコンピュータ群の写真です。

我々は今後、ネットワーク管理自動化の範囲拡大及び精度向上に取り組んでいきます。また、新たに開発する自動化技術では、AIによる学習済みのネットワーク・サービスの管理だけでなく、新しいネットワーク・サービスのサービス要件に基づいたネットワーク機能の設計・管理が行えることを目指しています。この機能を実現するため、新しいネットワーク・サービスが利用する適切なパラメータを発見し、それぞれが最適に自動運用されていくための研究開発を推進します。