



ITU-T FG-ML5G 第1回会合

日本電信電話株式会社 ネットワークサービスシステム研究所

むらかみ まこと
村上 誠



1. はじめに

ITU-T Focus Group on Machine Learning for Future Networks including 5G (以下FG-ML5G) は、2017年11月にSG13の下に設立され、機械学習を適用した将来ネットワークのためのインタフェース、アーキテクチャ、プロトコル、アルゴリズム及びデータ形式に関する仕様草案と技術文書作成を目的とする。その第1回会合が2018年1月30日から2月2日までジュネーブITU本部で開催された。また、会合に先立ち1月29日にWorkshop on Machine Learning for 5G and beyondが開催された。

2. Workshop on Machine Learning for 5G and beyond概要

WorkshopはITU-T局長のChaesub Lee氏及びFG議長のSlawomir STANCZAK氏の挨拶に続き、計17件の発表が行われた。各Session構成と発表一覧を表1に示す。ドイツを筆頭に欧州の研究機関、企業からの発表が半数を占め、アジアからは中国及び韓国、さらに中東、ロシアからも発表があった。

Session1では分散的かつ測定確度の低い無線通信状況

下での協調学習や無人航空機を利用した位置特定、情報指向型ネットワーク及びトラフィック分類法やスマートコンストラクションへの応用事例の紹介があった。

Session2では5G時代に想定されるネットワークの一層の複雑化に対応するための自律型無線ネットワーク運用への応用、5Gネットワークに適した効率的深層学習法の議論に関する発表等があった。

Session3では、故障予知・検出と解析等のネットワーク運用自動化に向けた段階的発展シナリオとそのための標準化項目、複数ベンダから成るネットワークでのデータ収集、トラフィック予測や経路最適化への応用による運用管理コスト低減とセキュリティ強化への期待等について発表があった。

Session4では利用者情報の動的な測定による地理的位置とトラフィック等の通信パラメータの関連付けや電力消費低減への応用、事前予測型無線ネットワーク設計への強化学習の応用、ビデオカメラや自然言語理解・会話への応用、次世代ネットワークにおけるY.2239のICN(Information control network) 運用への適用、自律型5Gネットワークへの応用に関する発表があった。

■表1. Workshop Programme

Session	標題
1 : Use Case and Applications	Machine Learning for Decentralized and/or Flying Radio Devices, David Gesbert (Eurecom)
	5G for Automated Driving 2.0, Ahmad El Assaad (VW)
	Use cases and requirements of network intelligence, Yong-Geun Hong (ETRI)
	AI Applications in telecommunication network, Qiang Cheng (AIIA (CAICT))
2 : Challenges and Opportunities	Some Thoughts on Machine Learning for Communications, Jakob Hoydis (Nokia)
	Mobile AI : Challenges and Opportunities, Merouanne Debbah (Huawei)
	Efficient Deep Learning in Communications, Wojciech Samek (Fraunhofer HHI)
	Challenges of ML Usage for 5G Network Enhancement, Ridha Hamila (Qatar University)
3 : Operations and Networks	Network Operations Intelligence, Seongbok Baik (KT)
	A mobile operator perspective on Machine Learning, Salih Ergut (Turkcell)
	AI promoting smart networks, Wei Meng (ZTE)
	AI functionality options in 5G networks, Heiko Lehmann (Deutsche Telekom)
4 : Methods and Enablers	Machine Learning for 5G and Beyond : Towards Reliable and Efficient Reconstruction of Radio Maps, Slawomir Stanczak (Fraunhofer HHI)
	Reinforcement learning for wireless network optimization, Deniz Gunduz (Imperial College London)
	Using the information control networks (ICN) as a test area for searching for effective methods of machine learning in the networks of the future generation, Viliam Sarian (NIIR-Russian Federation)
	Artificial Intelligence and Machine Learning, Elena Ehrlich (Amazon Web Services)
	Machine Learning for 5G Self Organized Network, Altaf Shaik (Technische Universität Berlin)



■表2. FG組織構成と役職者

議長	Slawomir STANCZAK, Fraunhofer HHI, ドイツ
副議長	Charles Chike ASADU, University of Nigeria, ナイジェリア Seongbok BAIK, KT, 韓国 Viliam SARIAN, NIIR, ロシア Mingjun SUN, CAICT, 中国 Salih ERGUT, Turkcell, トルコ
Working Group (WG)	議長
WG1 : Use cases, services and requirements	正) Seongbok BAIK, KT, 韓国 副) Mostafa ESSA, Vodafone, エジプト
WG2 : Data formats & ML technologies	Wojciech SAMEK, Fraunhofer HHI, ドイツ
WG3 : ML-aware network architecture	Wei MENG, ZTE, 中国

3. FG-ML5G概要

会合には欧州、北中南米、アフリカ、アジア等、各国から60名弱の参加者があり、議長を輩出しているドイツのほか、米国、中国が多数を占め、日本からは3名ほどであった。提出寄書は全体で18件、内訳としては中国が最も多く(6件)、続いてドイツ(3件)、韓国(2件)等が続き、日本からは1件であった。通信事業者としては中国、韓国、エジプト、イタリアから寄書提出があった。

会合では、議長からのKeynote Speechに引き続き、副議長及び組織構成の承認、Terms of Reference及び知的財産権の確認等が行われた。表2にFG組織構成と役職者一覧を示す。

提出寄書の内容は第1回会合であるため、技術的内容に加えてFG運営に関する一般的内容のものも多く見受けられた。

FGの進め方に関するものとして、今後提案が期待されるべき寄書をアプリケーション、ネットワーク、運用の観点から分類したもの、データ形式、プロトコル、インタフェースそれぞれにおける検討課題と標準化すべき項目を考察したもの、機械学習による将来ネットワークのトラフィック予測、スライス、動的経路・容量等の最適化を検討項目とする提案、検討すべき項目をネットワーク、クラウド/エッジコンピューティング、セキュリティ、アプリケーションとビジネスに体系的に分類して進めるという提案、IEEEにおける知的自律システムの倫理面の議論動向紹介と今後の協調提案等があった。

技術的内容では、将来ネットワーク運用・管理における機械学習の参照アーキテクチャを新規作業項目とする提案、OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture) 情報モデルやW3CにおけるJSON (JavaScript Object Notation) 型データ形式使用の提案、SDN/NFVとの組み合わせによるネットワーク全体の自動運用や顧客満足度と資源配分・CAPEX/OPEXの最適化及びセキュリティ脅威に対する事前対処等への期待、現状の自律型5Gネットワークの限界及びセキュリティ上の欠陥と機械学習に

よるその克服の可能性の考察、機械学習に基づく5Gサービス導入とネットワークオーケストレーション要求条件の新規勧告草案、潜在的风险管理と随時点検及び作業工程等の高度化による運用負荷軽減効果の考察、今後複雑化するネットワークにおける局舎内状態可視化への適用、5Gネットワークのセキュリティオーケストレーションへの適用等についての内容があった。

また、FGに関連する外部機関の研究開発や活動事例の紹介も多く寄せられ、ETSIの自律型ネットワーク実現に向けた“Experimental Networked Intelligence”活動、分散型機械学習による無線LANの性能向上結果、SDN/NFVにおける自律型ネットワーク管理法を開発するSELFNETプロジェクト、知的作業を自動化する人工知能プラットフォーム等の動向・事例、エジプトにおける長期停電に伴うネットワーク障害時の機械学習を利用した自律的復旧事例、障害時警報処理と原因分析における機械学習の応用事例等について報告があった。

最後に、会合全体としての共通認識を以下のように整理、確認した。

- ・現状のネットワークはビッグデータ分析や機械学習に対処するよう設計されているわけではないため、将来ネットワークでは、設備資源制約があり、動的かつ擾乱のある現実状況下での運用を想定し、機械学習の影響について検討する。
- ・各業界のUse Caseがデータ形式と機械学習への要求条件抽出に必須である。
- ・機械学習はデータが全てであり、データ形式の統一、計算資源、帯域、遅延等の制約が克服すべき課題で、特に5G等のモバイルネットワークで顕著となる。どのようなデータが利用可能で、どこで生成されるか、データの信頼性、学習データの質、運用中の機械学習の性能評価等が問題となり、データのプライバシーとセキュリティの影響が事態をさらに複雑化する。



- ・機械学習を適用したネットワークのアーキテクチャは分散型、集中型及びそれらの混合になる可能性がある。そのため、分散した機械学習機能とそれらを統合した時の機能、インタフェース、資源を明確化する必要がある。また、複数ベンダ環境下では相互接続性が必要である。
 - ・本FGはアルゴリズムの開発および標準化を行わず、用語定義、標準化及び技術ギャップ分析等に集中する。
- 各WGの活動要綱 (Terms of Reference) は以下のとおりとした。

WG1 : Use cases, services and requirements

近年顕著になり始めている、機械学習を導入した5Gを含む将来ネットワークサービス市場に対応するための効率の標準化、機械学習技術とデータの適用方法と要求条件について検討する。

産業界からのUse caseを収集、分析し、需要を理解、ネットワーク設備とサービス (自律型ネットワーク、自律運転等) への要求条件を抽出する。この要求条件策定はWG2でのデータ形式及び機械学習技術、WG3での機械学習を適用したネットワークアーキテクチャ検討の基本となるため、迅速かつ漸進的に進められる。WG活動は従来の通信事業者のみにとどまらず、自動車、製造業等の新たな市場参加者も含めた広範な産業体系を対象とする。

作成予定の成果文書は、“Use cases”、“Ecosystem, terminology and services”、“Requirements and standardization gap”である。

WG2 : Data formats & ML technologies

近年のデータ通信、とりわけモバイル通信の大容量化により生成される膨大なデータの利活用に高性能な機械学習方式が有効であるが、そのためにはデータ形式の統一化が不可欠であり、機械学習をネットワークに適用するにあたっては、計算資源、通信帯域及び遅延等の制約条件が複雑さを助長するため、データ形式及び通信ネットワークに最適化された機械学習技術について検討する。

通信ネットワークにおける機械学習のためのデータ収集、加工、表現、処理方法について、プライバシーやセキュリティも考慮して調査する。WG1における機械学習への要求条件検討結果 (何を、どれだけ高速に、どこで計算するべきか、どれだけの計算資源があるか、どんなデータを収集するべきか、データの信頼性、透明性) 及びデータへの要求条件検討結果 (全てのデータを集中的に利用できるか、どこで

データが生成されるか、データの信用性) と想定されるネットワーク構成 (分散、集中、両者の混合) を基に検討を進める。さらに、多様な通信ネットワークの問題にそれぞれ適した機械学習方法 (ニューラルネットワーク、教師なし学習、強化学習) を分類する。通常分散されているデータに対して現状の機械学習技術の適用性を明らかにするため、効率的な機械学習モデル表現と分散学習、アルゴリズムの信頼性と透明性についても検討する。

作成予定の成果文書は、“ML algorithms in communication networks : categorization, terminology & implications”、“Data formats including privacy and security aspects for ML in communication networks”、“Standardization and technology gaps”である。

WG3 : ML-aware network architecture

機械学習は5Gをはじめとする将来ネットワークの複雑化に対して有効であり、設備投資及び運用コストの削減、自律運転等の新たな応用へのサービス創出への利用も期待されるが、現状のネットワークは機械学習の導入に最適化しているとは言えず、運用、維持管理のための学習と予測を実行するために膨大な量のデータ転送を必要とし、計算資源、電力、記憶容量といったネットワーク資源を大量に消費する。また、現状のAPI (Application Programming Interface) も既存機械学習技術の要求に合致しているとは言えない。そこで、機械学習技術をネットワークに適用する意義、効率的に機械学習技術を適用するための機能、インタフェース、計算資源の仕様と配置について検討する。

作成予定の成果文書は、“Analysis of communication network architectures from the viewpoint of ML”、“Description of ML-related functions, interfaces and resources for communication network architectures”、“Standardization and technology gaps”である。

上記の組織構成、各WGのTerms of Reference等の会合結果を含んだリエゾン文書をITU-T及びITU-Rの各SG、ISO/IEC、3GPP、5GPPP等の関連組織に向けて発出した。成果文書のエディタにはETRI、Politecnico Milano、China Mobile、China Telecom、China Unicomが申し出ており、さらに広く候補を募集する予定である。

4. おわりに

ML5G第2回会合は、2018年4月26日から27日まで、それに先立ち4月25日にWorkshopが中国 (西安) で開催される。