



ITU-T Focus Group on Machine Learning for Future Networks including 5G 第7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



国立研究開発法人
情報通信研究機構

べど かふれ
Ved P. Kafle

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7回会合及びITU-T Workshop on Machine Learning for 5Gが2019年11月5日から8日までベルリンのFraunhofer HHI (Heinrich Hertz Institute) で開催された。また、会合期間中はBerlin 5G Weekでもあり、11月4日にFraunhofer HHIでは5G & Beyond dayとして5Gに関わるWorkshopや各種展示が行われた。

2. 5G & Beyond day概要

Workshopでは、最初にFraunhofer研究所の紹介があり、ドイツ国内に72拠点、25,000人の規模で2.3 Billion EUROの予算を持つこと、HHIは其中でComputation、Communication & Data management、Sensing & Dataを主要研究課題とする6個の研究部門から構成されること等が示された。引き続き、3GPP等の5G関連標準化動向の紹介があった。5G応用例として、ドイツ鉄道の“Digital Rail”構想への適用、“Smart Sea Port”と呼ぶ港湾システムで



写真1. 2G～5Gまで適用可能なドローン制御の展示

のテストベッド結果、5Gと衛星通信を統合するNTN (Non-Terrestrial Network) 等の紹介があった。また、周波数規制等ドイツ及び欧州の5Gサービス実現に向けた取組み、5Gの産業活用を推進する5G-ACIA (Alliance for Connected Industries and Automation)、ONF (Open Network Foundation) 等の動向について報告があった。展示では、5GのMIMO送受信アンテナや交通制御システムへの機械学習応用、300GHz級ミリ波帯によるビル間通信、SIMカードを搭載し音声信号を利用することにより2Gから5Gの如何を問わず通話可能な領域ならばどこでも適用可能なドローン制御等があった。

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

WorkshopはITU-T副局長のReinhard SCHOLL氏、FG議長のSlawomir STANCZAK氏、SG13議長のLeo LEHMANN氏らの挨拶に続き、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。ドイツ及び欧州の大学・研究機関、企業からの発表が大半を占めていた。

Session 0においてFG-ML5Gが作成した勧告案、作成



写真2. SG13議長Leo LEHMANN氏の挨拶



■表1. Workshop Programme

Session	標 題
0 : ITU's work on Machine Learning for 5G	Overview of ITU's work on Machine Learning for 5G and beyond (FG ML5G)
1 : Research	Tactile Internet with Human-In-The-Loop (Technical University Dresden)
	Federated Learning and its Applications in Communications (Fraunhofer HHI)
	Deep Learning meets Modeling : Taking the Best out of Both World (Technical University Berlin)
	Network Information Theory (Technical University Berlin)
2 : Telcos	AI for (B) 5G Network Automation (Nokia Bell Labs)
	Current Explorations into Machine "Education" for Networking (Deutsche Telekom)
	Vodafone AI and ML toward the future (Vodafone)
3 : Verticals, SMEs (small-and medium-sized enterprise) & Startups	Machine Learning on the Edge for 5G (NVIDIA)
	Creating a data lake with ONAP (Open Network Automation Platform) (Highstreet Technologies)
	Machine Learning for Resource Management in Access Networks (BISDN)
	AI for Industrial 5G-Challenges and Opportunities (Bosch)
	ML-Based QoE Testing in Mobile Networks (Rohde & Schwarz)
Panel Session	Machine Learning for 5G-Delusion or Salvation? • Johannes Springer, CTO Connected Car at T-Systems • Slawomir Stanczak, Head of Wireless Communications and Networks Department & Head of Chair "Network Information Theory" at TU Berlin • Andreas Müller, Head of Communication and Network Technology at Bosch Corporate Research & Chairman of the 5G-ACIA • Wei Meng, Director of Standards and Open Source Planning, ZTE



■写真3. ワークショップの様子

中成果文書等の議論進捗状況が紹介された。詳細は4項に記載する。

Session 1では大学・研究機関から機械学習技術及びそのネットワーク適用に関する研究動向の紹介があった。Technical University Dresdenは多様な背景を持つ人々が平等に時間や場所の制約を受けずにネットワーク上の知識、技能等の資源を利用できる“Democratise access”について発表し、ロボットによる遠隔制御における遅延の影響等について報告した。Fraunhofer研究所はネットワーク及び計算資源制約を克服するためにデータ収集位置に近い場所での分散処理と中央サーバを協調させる“Federated Learning”について発表した。また、RAN (Radio Access Network) における輻輳や遅延量推定に機械学習を適用

する手法について比較検討した結果等を報告した。

Session 2では通信事業者及び通信機器ベンダからAI/機械学習技術の将来及び5Gネットワークへの適用検討状況に関する発表があった。Nokiaは欧州のMoNArch (Mobile Network Architecture) プロジェクトに関連した5Gネットワーク自動化への機械学習適用に関する検討状況とHamburg Smart Sea Port Testbedにおける5Gスライスネットワーク実験結果を紹介した。VodafoneはAIの発展段階を特定の作業のみのANI (Artificial Narrow Intelligence)、人間に匹敵する汎用性を持つAGI (General)、人間を凌駕する能力を持つASI (Super) に分類、歴史的経緯を踏まえて俯瞰した議論とRANへの機械学習適用例等を紹介した。

Session 3では、機械学習に関するSME (Small-and Medium-sized Enterprise) やStartup企業に関する発表があった。NVIDIAはSoftware-Defined 5G RANへの適用を意識した強化学習やニューラルネットワークに関する自社のSDK (Software Development Kit) について紹介した。Highstreet TechnologiesはO-RAN (Open Radio Access Network) 及びONAP (Open Network Automation Platform) のSDNC (Software Defined Network Controller) プロジェクト活動紹介、データ収集と分析アーキテクチャ、ボットネット検出への機械学習適用例について報告した。



BISNDはブロードバンド未提供地域に“Virtual Fiber”と呼ぶ60GHz帯ミリ波メッシュバックボーンとSub 6GHz帯のフロントホールから成る固定無線アクセスネットワークの構成と資源管理への機械学習適用における課題について紹介した。Boschは工場等の効率化のためのIndustrial IoTへの5G応用とAIによる更なる性能最適化、高信頼化に加えドイツの国家プロジェクト“Artificial Intelligence for Campus Communication”について紹介した。Rohde & Schwarzは複雑化とコスト低減要求が厳しくなるモバイル網の試験法に機械学習を適用、CDR (Call Drop Rate) や異常検出最適化の検討結果を報告した。

最後にPanel Sessionにおいて機会学習の5Gネットワーク適用に関する展望、疑問等について意見交換が行われた。

4. FG ML5G会合概要

FG会合には開催地であるドイツを中心に欧州、北中南米、アフリカ、アジア等、遠隔参加も含めて各国から参加者があり、日本からは3名であった。入力文書はリエゾン等を含めて全体で31件、中国、日本、インド、ブラジル、イラン、スペイン、ナイジェリアの大学・研究機関、通信事業者、ベンダ等から提案文書が寄せられた。

FG作成文書と進捗状況を表2に示す。これまで各方面から寄せられたユースケースはSG13で補助文書化され、アーキテクチャフレームワークに関する文書はYシリーズ勧告として承認されている。データ処理のフレームワーク及びネットワーク運用の機械学習による高度化段階の分類に関する文書もYシリーズ勧告としてそれぞれ2019年10月のSG13本会合で勧告化が合意されている。さらに、Market

Place技術の統合化、機械学習モデル最適化と配置フレームワーク、機械学習機能オーケストレータに関する文書を作成、議論進行中である。今会合では、これら3件の作成中文書の更新案が提示、議論された。

新規検討項目の提案もあり、NICT、KDDI、日立、NECはAIによるスライスネットワーク資源割当と障害時復旧自動化のためのアーキテクチャフレームワークの新規勧告化に向けた検討開始を提案した。新規勧告には、想定する対象ネットワーク環境の概要定義、AIによる資源割当機能とデータ分析からスライス再構築までのフロー定義、迅速な障害検出と復旧機能のための状態分析とデータ管理、機械学習モデル構築、異常検出後の要因分析までの流れの定義を含んでいる。また、集積データとトポロジーデータベースを基に機械学習による作業フロー決定を可能とする。さらに、AIを適用したユーザ契機による自動サービスプロビジョニングのためのアーキテクチャフレームワークの新規勧告化に向けた検討開始を提案した。ネットワーク要求、構成設計、プロビジョニング業務フローの各機能を定義、ネットワーク設計と要求/制御情報の流れをアプリケーションサービスユーザとプロバイダ、通信サービスプロバイダ、物理ネットワークサービスプロバイダ4者間の関係として定義する。ネットワーク要求設計業務フローはExtractorによるサービス要求受付、Analyzerによる論理網要求条件定義、Translatorによる通信サービス要求条件への変換から成り、アプリケーションサービスプロバイダから通信サービスプロバイダへの情報受渡しのための機能要求条件(帯域、アドレス、ポリシー等)、機能外要求条件(耐災害性、セキュリティ等)、トポロジー、トラフィック特性等を含んだネットワーク構成設計の効率化にAI/機械学習が有用

■表2. FG作成文書と進捗状況

文書	進捗状況
適用事例 (Use cases)	Yシリーズ補助文書Y.Sup55 (Machine learning in future networks including IMT-2020 : use cases) として完成
アーキテクチャフレームワーク	Y.3172 (Architectural framework for machine learning in future networks including IMT-2020) として勧告化
データ処理フレームワーク	Y.3174 (Framework for data handling to enable machine learning in future networks including IMT-2020) として2019年10月SG13会合で合意
運用高度化の段階分類	Y.3173 (Framework for evaluating intelligence level in future networks including IMT-2020) として2019年10月SG13会合で合意
Marketplace統合アーキテクチャ	入力文書ML5G-I-167R5として議論中
機械学習モデル最適化と配置フレームワーク	入力文書ML5G-I-171R2として議論中
機械学習機能オーケストレータ (MLFO) 要求条件、アーキテクチャ、設計	入力文書ML5G-I-172R2として議論中



になるとしている。

NTTは光伝送網への機械学習適用のための検討開始を提案した。ITU-T SG15で標準化が議論されている光伝送網は5Gを含む将来網サービスを支える重要インフラであり、一層の大容量化、高信頼化とともに低コスト化、低消費電力化等の種々の要求条件があり、従来以上に詳細なデータ収集と機械学習技術等の高度な分析手法適用による運用高度化、効率化の効果が大きいことが期待される。通信事業者としては障害要因分析の自動・高速・高精度化、故障予知等の早期実現が最も有望と期待される。機械学習の専門家が集う本FGで光伝送網への適用形態を検討し、SG15やIETF、ONF等の光伝送網関連標準化団体で継続議論が可能になるようにする予定である。

China Mobileは5Gネットワーク自動化のためのAIを適用したドメインをまたがる統合ネットワークアーキテクチャの新規勧告化を提案した。3GPP、O-RAN等において、RAN、コア網、OSS (Operation Support System)、MANO (Management and Orchestration) それぞれのドメインでAIによる運用高度化の議論はされているが、全体としてのアーキテクチャがないという認識の下、統一フレームワーク、協調設計、モジュラー化と再利用性、データ共用化と効率化、拡張性等が期待でき、各ドメイン間の統合、各ドメインのモデル、データ及び推定の協調方法等が主要議題となるとしている。

FG-ML5G検討課題の適用領域は多岐に渡るため、多くの標準化団体・フォーラムとのリエゾン文書の交換が行われている。ISO/IEC JTC1/SC42 (Artificial intelligence) からはAIユースケースを集めた技術文書への情報提供を要

請された。ETSI ENI (Experiential Networked Intelligence) からはAIのネットワーク応用を分類、定義する文書が紹介された。Linux FoundationからはAIに関するプロジェクトの一つであるAdlikの概要と進捗状況が報告された。中国のAIIA (Artificial Intelligence Industry Alliance) のTelecom Project Teamからも概要と進捗状況の報告があった。

FG-ML5Gは他の国際標準化会議に比較して大学・研究機関等、企業以外からの参加者も多く、Students in projectsという学生参加型の活動も行っている。スペインのUniversitat Pompeu Fabraからは次世代無線LANへの機械学習適用、Iran University of Science and Technologyからは機械学習を適用したサービスチェイニング機能アーキテクチャに関する検討結果が報告された。学生参加としてブラジルのPontifícia Universidade Católica do Paranáから機械学習のネットワークスライスへの適用、ナイジェリアのFederal University of Technology MinnaからAIの各種ユースケース、インドのPES UniversityからMLパイプラインアーキテクチャに関する検討結果の報告があった。

5. おわりに

FG会合後の11月9日はベルリンの壁崩壊から30周年目にあたることから市内ショッピングセンタ内等での写真展示や東西統一ベルリンの象徴的存在であるブランデンブルク門周辺でのイベント等が開催されていた。FG-ML5G第8会合は、Workshopを含めて2020年3月18日から20日まで中国で開催される予定である。



■写真4. ブランデンブルク門に集う人々