

ICTビジネス戦略セミナー

「デジュール及びフォーラムの最新標準化動向と今後の取組」

情報通信ネットワーク・サービスへの AI利活用に関する標準化動向

～ITU FG-ML5G : Machine Learning for Future Networks including 5G～

2019/1/28

Yoshiaki Kiriha

The University of Tokyo

Agenda

- ITU Workshop on Machine Learning for 5G and beyond
- ITU FGML5Gのトピック
 - Use-cases
 - ETSI ISG ENI
 - Architecture
- 検討課題と議論の方向性

ITU Focus Group on *ML for Future NWs including 5G*

◆ 2018/8/8-10第3回会合、11/27-29の第4回会合に出席



ITU-T

Initiatives ▾

Study Period 2017-2020 ▾

Rapporteur Group Meetings

Focus Groups ▾

Support-FAQs

Search this site



FG-ML5G

FG-ML5G Home

[Latest Documents](#)
[Input Documents](#)
[Output Documents](#)
[Deliverables](#)
[Presentation Materials](#)
[Calendar](#)
[WG1](#)
[WG2](#)
[WG3](#)
[Support-FAQs](#)

FG-ML5G

Focus Group on Machine Learning for Future Networks including 5G

Established: November 2017

Next Meeting

Tokyo, Japan, 27-29 November 2018

- [Announcement](#)
- [Registration](#)

Past Meetings

- Third meeting: San Jose, USA, 8-10 August 2018
 - [Announcement](#)
 - [Workshop on Machine Learning in 5G and beyond](#) (7 August 2018)
- E-meeting on ML5G use cases: 16 May 2018, 08h00 (Geneva time)
 - see [ML5G-I-049R1](#) and [ML5G-I-050](#)
- Second meeting: Xi'an, China, 24-27 April 2018
 - [Announcement](#)
 - [Workshop on Impact of AI on ICT Infrastructures](#) (25 April 2018)
- First meeting: Geneva, 29 January - 2 February 2018
 - [Announcement](#)
 - [Workshop](#) - Workshop on Machine Learning for 5G and beyond (29 January 2018)

Documentation

- [Terms of reference](#)
- [Mailing list subscription](#) (quick start guide)
- [Mailing list archive](#)
- [Presentation materials](#)
- [Deliverables user guide](#) (updated 7 March 2018)

Management and Contacts

- Chairman: Slawomir STANCZAK (Fraunhofer HHI, Germany)
- Vice-Chairman: Charles Chike ASADU (University of Nigeria)
- Vice-Chairman: Seongbok BAIK (KT, Republic of Korea)
- Vice-Chairman: Viliam SARIAN (NIIIR, Russian Federation)
- Vice-Chairman: Mingjun SUN (CAICT, People's Republic of China)
- Vice-Chairman: Salih ERGUT (Turkcell, Turkey)

<https://extranet.itu.int/sites/itu-t/focusgroups/ML5G/SitePages/Home.aspx>

ITU FGML5Gの概要

- ◆ 2017年11月ITU-T SG13回答にて設立、Slawomir STANCZAK (Fraunhofer) 議長
- ◆ 将来ネットワークにおけるML適用のアーキテクチャ、プロトコル、アルゴリズム、データ形式に関する報告書の作成

	WG1 Use cases, Services and Requirements	WG2 Data formats & ML technologies	WG3 ML-aware network architecture
チエア	Seongbok BAIK (KT韓国) Mostafa ESSA (Vodafoneエジプト)	Wojciech SAMEK (Fraunhoferドイツ) Qi SUN (China Mobile中国)	Wei MENG (ZTE Corp.中国)
検討内容	<ul style="list-style-type: none"> ・機械学習が必要となるユースケースおよび要求条件は何か？ ・現状の標準仕様とのギャップは何か？ 	機械学習に必要なデータを、 <ul style="list-style-type: none"> ・ネットワークからどのように収集・精査・処理を行うか？ ・プライバシーやセキュリティにどのような影響を与えるか？ ・機械学習の手法を、如何にNWの問題解決に適用するか？ 	<ul style="list-style-type: none"> ・機械学習がネットワークアーキテクチャに与える影響は何か？ ・計算能力、消費電力、インタフェース、通信資源等の要求条件は何か？
予定成果	重要なユースケースの策定、複数のユースケースに共通する基本機能の仕様策定、ユースケースとビジネスエコシステムにおける技術ギャップの分析	機械学習技術の適用方式やデータ形式に関する分析、ネットワークアーキテクチャに与える影響の分析、WG1が定めるユースケースを想定したデータ形式と収集に関する仕様策定	機械学習機能を実現するネットワークアーキテクチャの策定、WG1・WG2と連携した機械学習の実現に必要な機能、インタフェース、資源の仕様策定

ITU WS on Machine Learning for 5G & beyond

WS : Machine Learning for 5G and beyond

- ◆ S1: Research Advances in ML for Wireless Network
- ◆ 南カリフォルニア大学、ジョージア工科大学、南フロリダ大学、スタンフォード大学、ベルリン工科大学
- ◆ 無線ネットワーク領域における、教師なし学習 (MNN、DNN) および強化学習 (RL) の適用事例
 - ✓ OFDMチャンネル品質の予測
 - ✓ Massive MIMO検出とスケジューラ最適化
 - ✓ マルチバンド環境での電波伝搬推定と最適割当て
 - ✓ ビームフォーミングパターンの最適化
- ◆ モデルを必要しないデータ駆動型モバイルネットワークコンセプト
- ◆ E2Eでのグローバル最適化と導入容易性
- ◆ 適応型ビデオストリーミング最適化、IoTトラヒックスケジューリング
- ◆ 技術課題の例
 - ✓ 時系列での適応型制御、長期に跨る最適化のためのパラメータ抽出
 - ✓ プライバシーや情報の漏洩への対策

WS : Machine Learning for 5G and beyond

◆ S2 : ML Solutions for Industry Applications

◆ Intel: Immersive MediaにおけるAI活用

- ✓ コンテンツ生成 : オブジェクト認識とコンテンツ分析
- ✓ コンテンツ配信 : QoS制御やモビリティ管理
- ✓ コンテンツ消費 : QoEパーソナライゼーション

◆ Philips: Connected Health (IoH)

- ✓ eMBB : 遠隔診断
- ✓ mMTC : バイオセンサ
- ✓ URLLC : 遠隔手術
- ✓ 高信頼かつセキュアにあらゆる5Gユースケースを活用
- ✓ 消費電力、コスト、プライバシー、帯域・遅延等、多様な評価尺度から最適化・状況適用する手段として、ML/AI活用に期待

WS : Machine Learning for 5G and beyond

- ◆ S3 : Standardization of ML-aware Wireless Network
- ◆ Huaweiが精力的に活動を展開

- ◆ 3GPP FS_eNA (Study of Enablers for Network Automation for 5G)
 - ✓ 2017/5～2018/12、R16向けNWDAF(Data Analytic)仕様化完了
 - ✓ フェーズ1 (R15) : トラフィック負荷に基づくスライス自動振分けを仕様化
 - ✓ フェーズ2 : サービス品質管理、mMTCデバイス通信性能向上、UE移動パターンに基づく無線アクセス最適化、等の機能拡張を検討

- ◆ ETSI ISG ENI (Experimental Networked Intelligence)
 - ✓ 2017/5～2019/3、アーキテクチャ検討完了
 - ✓ SDN/NFVネットワークでの、AIによる自動制御・自律管理の実現
 - ✓ 監視データ分析、フィードバック制御、ポリシー運用・管理
 - ✓ ユースケース、要求仕様、運用ポリシーに関する文書を発行済み
 - ✓ ENI Assisted MANOアーキテクチャ
 - ✓ PoC活動の推進

WS : Machine Learning for 5G and beyond

◆ 期待

- ✓ 複雑な制御モデルを必要としないブラックボックス型制御
- ✓ 導入・検討の容易性

◆ 課題と発展の方向性：NW領域でのML/AI機能の分散化

- ✓ 更なるML/AIアルゴリズムの改善
- ✓ データ収集メカニズムの最適化
- ✓ 導入効果の定量的な評価手法の確立

- ✓ ロバスト性を担保するセーフティネットとしてのML/AI
- ✓ 既存の制御・管理手法とのハイブリッド（グレーボックス型）な運用
- ✓ 学習結果とドメイン知識の融合

◆ キーワード：

データ駆動型ネットワーク（Data Driven NW）
分散処理（MEC/Fog Computing）
多様化への対応（Meta-X、Safety-net）

データ駆動型モバイルネットワーク

配布不可

ITU FGML5G

ITU FGML5G 第3回会合の要約

	WG1 Use cases, Services and Requirements	WG2 Data formats & ML technologies	WG3 ML-aware network architecture
第3回会合	<ul style="list-style-type: none"> • FGML5GのMPPユースケースと、3GPP TR23.791のユースケースを比較 • Mobility Pattern Prediction (MPP) の技術課題抽出を深めrことを合意 • FGML5Gのミッションは、ML導入がネットワークアーキテクチャに与える影響を明確化する事を再確認・合意 	<ul style="list-style-type: none"> • どこで? ネットワーク構成上の位置 (UE、DU、DU、CN/NMS)、何を? データ種別 (実測値、コンテキストデータ、シミュレーションデータ)、の形式で整理 • データ収集の頻度やタイミング、遅延要件、セキュリティ・プライバシー要件、信頼性要件、等で更に細分化していくこと合意 	<ul style="list-style-type: none"> • I-056、I-071、3GPP NWDAF (TR23.507、TR23.791) を参照にしながら、詳細化議論を実施 • 議論深堀は、今回は困難
検討課題 (次回A.I)	<p>共通機能の明確化を行うため3つ以上のユースケースを成果報告としてとりまとめる</p> <ul style="list-style-type: none"> • MPP • Radio Resource Management for Network Slicing • End-to-End NW Slicing including Management & Orchestration • Mobility Managementが候補 	<p>現状ネットワーク構成では収集できない不足情報の明確化や、MLで導出可能な情報の明確化の議論を進める</p>	<p>アーキテクチャ定義のためのテンプレート作成や、エッジコンピューティングアーキテクチャの適用方式の明確化の検討を、継続検討する</p>

WG1 : Use-cases

FGL5G Usecases

寄書タイトル (抜粋)	概要	提案者
Mobility Pattern Prediction (1/2)	利用者の移動軌跡やサービス利用パターンを学習・予測し、ネットワーク制御の最適化や新しいサービス創造を行う。	China Mobile (中国) Fraunhofer (ドイツ)
Mobility Pattern Prediction (2/2)	同上 (スライス内、スライス間の制御に関する記載を追記)	China Mobile (中国) Fraunhofer (ドイツ)
Radio Resource Management	(無線) NWスライスで必要となる無線資源量を学習・予測し、最適化する。	China Mobile (中国)
Intelligent Networks	SONをAIにより機能拡張し、マルチベンダ、マルチNWの自己組織化を実現する。	Vodafone (エジプト)
Alarm Correlation and Filter	アラームの相関関係抽出やフィルタリングを学習し、自己修復NWを実現する。	China Unicom (中国)
Caching for MEC	深層学習でコンテンツのアクセス傾向を学習し、キャッシュ効果を最大化する。	China Unicom (中国)
QoE Optimization	強化学習を用いて、モバイルNWのQoSを予測し、サービスのQoEを最適化する	China Unicom (中国)
MIMO Channel Measurement	伝搬チャネル情報を学習し、無線資源の最適化、セル負荷の平滑化を実現する。	Fraunhofer (ドイツ)
Traffic Classification	深層学習や強化学習を用いて、トラフィック種別の識別と予測を実現する。	ETRI (韓国)
Grid Level Network	Cell毎ではなく、地理的なグリッド毎にNW性能データを学習し、最適化する。	Vodafone (エジプト)
Cognitive Het-Net	Intelligent Networksと同一のシナリオ。	Vodafone (エジプト)
Optimization in IoT Edge	超多数機器接続サービス (mMTC) を対象とした、AIによる資源割当を実現する。	インド ETRI (韓国)
Use Cases: Clustering & Mapping	本FG14ユースケースで対象とする、NWレイヤ・運用フェーズ・学習方式を整理。	Fraunhofer (ドイツ) China Mobile (中国)
Use Case Comparison with 3GPP	3GPP TR23.791での13ユースケース・主要課題と、本FG17ユースケースを比較。	Fraunhofer (ドイツ)

MPP (Mobility Pattern Prediction), CM

配布不可

Intelligent Networks Use Cases, Vodafone

配布不可

Use Cases of RL based QoE Optimization, CU

配布不可

ETSI ISG ENI
(Experiential Networked Intelligence)

ETSI ENI (Experimental Networked Intelligence)

配布不可

ENI Assisted MANO (アーキテクチャ)

配布不可

ENI Usecases

分類	Rel.1 (April 2018)	Rel.2追加
Infrastructure Management	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Policy-driven IDC Traffic Steering ▪ Handling of Peak Planned Occurrences ▪ Energy Optimization using AI 	
Network Operations	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Policy-driven IP Managed Networks ▪ Radio Coverage and Capacity Optimization ▪ Intelligent Software Rollouts ▪ Policy-based Network Slicing for IoT Security ▪ Intelligent Fronthaul Management and Orchestration 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elastic Resource Management and Orchestration ▪ Application Characteristic based Network Operation
Service Orchestration and Management	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Context-aware VoLTE Service Experience Optimization ▪ Intelligent Network Slicing Management ▪ Intelligent Carrier-managed SD-WAN 	
Assurance	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Network Fault Identification and Prediction ▪ Assurance of Service Requirements 	

ENI PoC Projects

PoCプロジェクト	概要	主要メンバ
Intelligent Network Slice Lifecycle Management	<ul style="list-style-type: none"> ▪ LSTMを用いたトラフィック予測に基づき、コアネットワークのスライスの資源割当を動的に制御の検証 ▪ インテントに基づく制御方式の検証 	China Telecom Huawei, CATT, Intel, China Electric Power Research Institute, etc.
Elastic Network Slice Management	<ul style="list-style-type: none"> ▪ AI技術を活用したVNF環境におけるeMBB/URLLCサービスのダイナミックスケーリングや品質制御の検証 ▪ MONARCH(5G-PPP)プロジェクト 	Telecom Italia S.p.A. Universidad Carlos III de Madrid, Samsung R&D Institute UK, Huawei, etc.
Securing against Intruders and other threats through a NFV-enabled Environment (SHIELD)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ VNF環境における、AI技術とポリシー制御を用いたネットワーク攻撃の検出や防御対策手法の検証 ▪ SHIELD(Horizon2020)プロジェクト 	Telefonica Space Hellas, ORION, Demokritos (NCSR)
Predictive Fault management of E2E Multi-domain Network Slices	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 同上マルチドメイン環境のネットワークスライスにおける、AI技術を用いた障害検知手法の検証 ▪ SLICENET(5G-PPP)プロジェクト 	Portugal Telecom/Altice Labs SliceNet Consortium (Ericsson, IBM, Eurecom, Orange, etc.)

WG2 & 3:

ML-aware (Mobile) Network Architecture

High Level ML-aware NW Architecture

配布不可

◆ Centralized Architecture

High Level ML-aware NW Architecture

配布不可

◆ Distributed Architecture

まとめ

検討課題と議論の方向性

多種多様な専門家による、最新技術の社会実装を広範な視野から検討する場
オープンイノベーション活動として個と組織を成長させる機会として活用

- ◆ 機械学習(ML/AI)のネットワーク領域(5G and beyond)適用の動向
 - ✓ 多様な最適化を実現するネットワークのスマート化
 - ✓ ロバスト性と運用インテリジェンス
 - ✓ 新しいデータ価値を提供するAI/ML融合基盤
- ◆ 研究開発発展の方向性
 - ✓ ユースケースに基づく現状打破への挑戦
 - ✓ データ収集手法に関するノウハウ蓄積と共有フレームワークの確立
 - ✓ 代表的なML/AIアルゴリズムの適用限界の見極めと定義
 - ✓ ML/AIの利活用や実装におけるNWアーキテクチャへの影響度の明確化
 - ✓ ドメイン知識との融合によるシステム全体の高度化
- ◆ FGML5Gへの提言
 - ✓ モバイルアクセス領域の制御技術に焦点が偏っている点が大きな課題
 - ✓ E2Eネットワーク領域の運用・管理技術を対象するユースケースに関する日本（事業者・ベンダ）からの寄書提案が重要
 - ✓ 長期的には、ML/AI導入の基盤技術としてネットワークソフトウェア化の重要性を提言する効果が大い

Questions ?