

NICT NEWS

国立研究開発法人
情報通信研究機構

No.6

2022

通巻 496

FEATURE

AI 特集

Foreword

手塚治虫とAI?

N (エヌ)

PR ムービー
『Nのいる未来』
に登場

START A SCOUTER



未来からやってきたAI
203X年生まれ
NICTが開発



FEATURE

AI特集

Foreword

1 手塚治虫とAI？

鳥澤 健太郎

4 宇宙天気予報が変える未来

世界初の太陽フレアAI予報運用モデル Deep Flare Net

西塚 直人

6 AI間連携による大規模ネットワーク制御技術

Martinez-Julia Pedro／Ved P. Kafle／朝枝 仁

8 AIを用いたプライバシー保護連合学習技術

レ チュウ フォン／王 立華

10 翻訳バンク

高精度自動翻訳の基盤となる翻訳データの「公的大規模集積拠点」

隅田 英一郎

12 AIへの脳融合

人工脳の実現に向けて

西田 知史

INFORMATION

14 受賞者紹介

14 NICT PR MOVIE『Nのいる未来』100万回再生のお知らせ

14 NICTシーズ集のご紹介

表紙写真

ユニバーサルコミュニケーション研究所の計算機室とNICT公式キャラクター“N”
NICTのAI研究は、パワフルな計算機を使ったディープラーニングの基礎研究が支えています。

“N”は、未来からやってきたAIをイメージしたものです。

FEATURE

AI特集

Special Issue on AI

Foreword

手塚治虫とAI？

TEZUKA Osamu and AI？

近

年大きな注目を集めているAIは、深層学習等の新規技術の出現によって劇的に進化している。NICTにおいても、本特集で取り上げるように、太陽フレア等からICTインフラを守る宇宙天気予報や、ネットワーク制御へのAIの応用、社会問題となっている個人情報取り扱いに配慮したAI、一般公開中のVoiceTra等の多言語音声翻訳技術、さらには脳科学とAIとの連携など様々な研究開発、社会実装が進められている。30年近くAIの一分野である自然言語処理を研究してきた執筆者からすると、夢の技術が次々と実現し、社会の様々な課題解決に活用されつつあるという事実は感慨深い。

一方で、AIをいざ現実社会に投入しようとする解決を狙った社会的課題とはまた別の多様な社会的問題にぶつかるのもまた事実である。逆に言えば、技術

がこれまでの社会の想定を超えつつあり、今後の研究開発の行方は、そうした問題を見越した開発ができるか否かにかかっているのではないと思う。執筆者は子どもの頃、どういうわけか自宅に手塚治虫の漫画が「メトロポリス」のような初期のものから「アドルフに告ぐ」のような新しいものまで数百冊あり、読み耽っていたのだが、50年以上前に描かれた「鉄腕アトム」、「火の鳥」等のエピソードを思い起こさせる課題に今まさに遭遇していると感じることもある。本稿ではそうした状況の一端をNICTデータ駆動知能システム研究センター（DIRECT）で開発している対話システムを例にとって紹介してみたい。

DIRECTでは、内閣府戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期の支援の下、2018年より、高齢者介護支援を目的としたマルチモーダル音声対話シ

鳥澤 健太郎（とりさわ けんたろう）

NICTフェロー／
ユニバーサルコミュニケーション研究所
副研究所長／
ユニバーサルコミュニケーション研究所
データ駆動知能システム研究センター
主管研究員

2008年、NICTに入所。同機構情報分析研究室・室長、データ駆動知能システム研究センター・センター長等を経て、2020年よりNICTフェロー、2021年よりユニバーサルコミュニケーション研究所・副所長及びデータ駆動知能システム研究センター・主管研究員。一貫して自然言語処理の研究に従事。日本学術振興会賞、Twitter Data Grants等受賞。



ステムMICSUSの開発をKDDI株式会社、NECソリューションイノベータ株式会社、株式会社日本総合研究所と共同で進めている。MICSUSは図にあるような柴犬型のぬいぐるみ端末やスマートフォンとAI用クラウドを接続してユーザと対話をする。

Foreword 手塚治虫とAI？

MICSUSの狙いは二つある。一つ目は、支援を要する高齢者と対話して、その健康状態をチェックし、介護プランの立案等で活用可能とすることである。この健康状態チェックは介護モニタリングと呼ばれ、ケアマネジャーと呼ばれる介護職が高齢者1人に対して、月一回以上実施することとなっているが、通常ケアマネジャーは多数の高齢者を担当しているため、人手不足が深刻化している。MICSUSはこうした作業を一部代替して、ケアマネジャーの負担軽減に貢献するほか、毎日高齢者と対話し、より頻繁な健康状態チェックによる介護の品質向上を狙っている。現在MICSUSは実証実験として高齢者にご自宅等で試用してもらっているが、4名の高齢者がそれぞれ15日間毎日MICSUSと対話したケースでは、システムが健康状態に関する質問を約400回行い、それらに対する高齢者の回答を、独自深層学習技術により約96%の精度で正しく意味解釈できた。誤りの多くは回答自体が曖昧で人間でも解釈に困るものであり、実用上十分な精度が達成できたと考えている。なお、実際の高齢者との対話の様子はYouTubeにアップされた動画(<https://www.youtube.com/watch?v=bRgo31EoIMg> 3分39秒前後より)でご覧いただける。

MICSUSの二つ目の狙いは、高齢者の社会的孤立やそれに伴う健康状態悪化の抑制である。これまでの研究では、社会的に孤立した高齢者は、毎日他者と交流がある高齢者と比べて、10年後に認知症を伴う要介護となるリスクが1.5倍となることが報告されている。(斎藤雅茂、近藤克則、尾島俊之、平井寛、“健

康指標との関連からみた高齢者の社会的孤立基準-10年間のAGESコホートより,”日本公衆衛生雑誌2015, 62(3): 95-105, doi:10.11236/jph.62.3_95) MICSUSはこうした交流不足の抑制を狙い、健康状態チェックの合間にWeb情報を使った雑談も行う。

この雑談では、Webから抽出された生活上のヒント等の情報をユーザの発話に合わせて提供する。MICSUSは雑談に発展する可能性のある発話が入力されると、関係するチャンスやリスク、ノウハウを問う質問(例えば、高齢者が「トマトが好き」と発話したとすると、「トマトが好きだとうなる?」「どうやってトマトを使うといい?」といった質問)を自動生成する。次いで、それらの質問をDIRECTで開発した、Web情報と深層学習を用いて質問に回答するWISDOM X(<https://www.wisdom-nict.jp/>にて一般公開中)に投入し、Webから得られたその回答(例えば、「リコピンを効率よく摂るためにはトマトを加熱した方がよい」)をやはり深層学習で選択して、ユーザに向けて発話する。

こうした雑談によって、高齢者のコミュニケーション不足を抑制し、より潤いがある健康的な生活を送ってもらうことを狙っているわけである。前述した高齢者による試用ではMICSUSが約160回の雑談的応答を行い、90%前後が適切な雑談的応答と評価され、約半数の47%で高齢者が笑顔を見せるか、「やってみます」などの積極的反応が得られた。この雑談機能は高齢者にとって未知の情報の提供を狙っており、既存システムでよくある相槌や鸚鵡返し等の定型的応答に

比べて適切な応答が難しいと考えられるが、高齢者が約半分の応答に対して笑顔を見せる等ポジティブであったということは、良質な雑談がなされていることの証左であると考えている。

さて、手塚治虫の漫画「火の鳥」に人間の記憶を電子頭脳に取り込んで作られたロビタというロボットが登場するが、このロビタが電子頭脳に取り込まれた人間の幼い頃の記憶に基づいて未知の遊びを子どもたちに披露し人気者になる、あるいはおっちょこちょいな失敗をする「人間くさい」シーンが描写されている。実は、MICSUSの開発でも、そのエピソードが頭にあった。MICSUSの雑談は、Webという人間の膨大な記憶の集積を用いて雑談を行う。そうした記憶の中で、高齢者の知らない、生活を豊かにする一種人間くさい情報が提供できれば、一人暮らしも多い高齢者の生活の豊かさにつながるのではないかと思い、MICSUSを開発したわけである。

手塚治虫は、ロビタの人間くささを好ましく思っていたようだが、そのような特徴を持つ対話システムを実際に作ることにすると、様々な社会的課題にぶつかることになる。まず、人間の記憶、つまり、Webを使って雑談を行う際に著作権法を遵守しなければならない。MICSUSでは法律家と相談の上、雑談機能が現在ネット上で使われている検索エンジンと同等なものを見なせるよう、検索エンジンが検索結果の説明として、URLと共に表示する元のWebページ中の短いテキスト、いわゆるスニペット^{*1}に相当するものを発話とし、情報源となったWebページへのリンクを液晶に表示して



図 MICSUSの柴犬型端末と対話の様子(右側の液晶画面に対話の履歴が表示されている。対話者はNICTのエンジニア) 内閣府SIP第二期にてKDDI株式会社、NECソリューションイノベータ株式会社、株式会社日本総合研究所と共同開発

Webページを確認可能とすることで、この問題を解決した。加えてWeb情報が信頼できないものも含むことをMICSUS自身が折に触れ注意喚起しつつ、病気等の深刻な話題には応答を返さないようになっている。

また、実はMICSUSでは深層学習を意図的に採用しなかった部分もある。最新の深層学習では、Web文書や検索エンジンがなくても、ニューラルネット^{*2}だけで人間くさい対話を行えるものもある。しかし、そのようなニューラルネットが出力する応答は言語表現としてはもっともらしくても、全く根も葉もない不適切な情報を含む場合もあり、執筆者は現状、社会で広く受け入れられるか否かは未知数であると考えている。また、少なくとも現状では、可能な対話も何らかのミッションを果たすわけではない雑談に留まっている。このため、MICSUSでは健康状態チェックは高齢者介護の専門家の知見も生かしつつ、対話のシナリオを、機械が一部支援はするものの、人間の開発者が作成する堅実な方法をとった。

よく考えてみれば、人間も、上述のニューラルネットと同様に、根も葉もないことを言ってみたり、失言したり、あるいは、なんらかの対話のミッションが

達成できないといった失敗は常にあるが、手塚治虫がロビタのエピソードで示唆したように、そうした失敗は、往々にして人間くささの裏返しでもある。一方で我々の実証実験でも高齢者が人間くさをMICSUSに求めていると感じることが多々あった。また、少子化で労働力が減少する中で、介護のような人間くさい業務であってもAIの導入は避けて通れないだろう。今後のAIの開発、特にMICSUSのように人間くさが要求されるAIの開発では、そもそも失敗の可能性を減らす従来型の研究に加えて、魅力ある人間くささと失敗のリスクをどうバランスし、実際に人に気に入ってもらえるかをよく考える必要がある。

加えて、今後はAI、特に人間くさが求められるAIに対して、社会の理解も変化を求められるのではないだろうか。どんなに技術が進化しても、人間と同じようにAIも必ず何かで失敗する。人間の場合、なんらかの失敗に対して謝罪・反省等の方法で責任を取り、そこから改善していくというサイクルで社会は回っている。一方AIが「申し訳ありませんでした。責任を取ります」と謝罪したところで、現状では意味がない。このAIに、失敗から学んで成長する機能が組み込まれていけば、AIによる謝罪を、

AIが失敗を繰り返さなくなる可能性を示すポジティブな動きととらえることができるようになるかもしれない。これにより、より適切な振る舞いをするAIを社会全体で育てて、AIがより広く社会課題の解決で活用されることになるのではなかろうか。鉄腕アトムもよく失敗し、よく謝っていたと記憶している。AIによる社会課題解決の一番の障害は、AIにもゼロリスクを求める不寛容な人間社会なのかもしれない時々思う次第である。

*1 スニペット：もともとは、断片という意味を持つ、英単語 snippet であるが、ここでは検索エンジンが検索結果としてURLと共に表示するオリジナルのWebページ中のテキストの短い断片を指す。

*2 ニューラルネット：脳細胞を模した人工ニューロンを多数接続して計算を行う計算のシステム。個々の人工ニューロンは単純な計算しかできないが、多数の人工ニューロン間の接続を調整することで複雑な処理でもデータから学習することが可能。深層学習技術はそれまでに比べて圧倒的に多数の人工ニューロンを接続したニューラルネットを作ることによってこれまで人間しかできなかった画像の認識や日本語等の意味解釈等の高度な処理を高精度で実現した。

宇宙天気予報が変える未来

世界初の太陽フレアAI予報運用モデル Deep Flare Net



西塚 直人 (にしづか なおと)
電磁波研究所 電磁波伝搬研究センター
宇宙環境研究室 主任研究員
大学院修了後、宇宙航空研究開発機構、国立天文台、ロンドン大学マラード宇宙科学研究所を経て、2014年にNICT入所。機械学習を用いた太陽フレアの予測モデル開発に従事。博士（理学）。

「太陽フレアの影響で2週間ほど断続的に携帯電話が使えなくなる」。このようなニュースをご覧になった方も多いのではないのでしょうか。身近な太陽ですが、時に太陽表面で発生する大爆発現象フレアは、宇宙空間に大嵐を引き起こし、地球周辺の宇宙環境や、地球上での通信・GPSナビゲーションといった社会インフラにまで影響を及ぼすことがあります。2022年に総務省にて開催された「宇宙天気予報の高度化の在り方に関する検討会」では、産官学の有識者を集め、太陽フレアに伴う大災害にどう対処するか話し合われました。次の太陽活動ピークは2025年頃と予想され、太陽フレアのより早く精度の高い予報の実現が喫緊の課題となっています。

■宇宙天気による社会影響

太陽フレアによって放出されたX線や紫外線、放射線粒子、高温コロナガスは、

我たちの生活に影響することがあります。例えば無線通信や放送に障害が起きたり、カーナビや地図アプリの精度が落ちたり、人工衛星が故障したり、停電が起きたり、様々な影響があります(図1)。これらの影響を小さくするため、NICTでは毎日宇宙天気予報を行い、太陽フレアや地磁気・電離圏嵐といった予報情報の配信を行っています。2019年からは国際民間航空機関(ICA0)へ宇宙天気情報の提供サービスも始まり、24時間体制で取り組んでいます。

■太陽フレアの発生と予測

太陽フレアの発生メカニズムは長年の謎で、衛星・地上観測によって研究が行われています(図2)。太陽黒点は、太陽内部から表面に浮いてきた磁場によって形成され、その周辺に磁気的な歪みエネルギーが蓄積します。それが一度に解放されることで太陽フレアが起きます。そのためフレアの予測には、太陽表

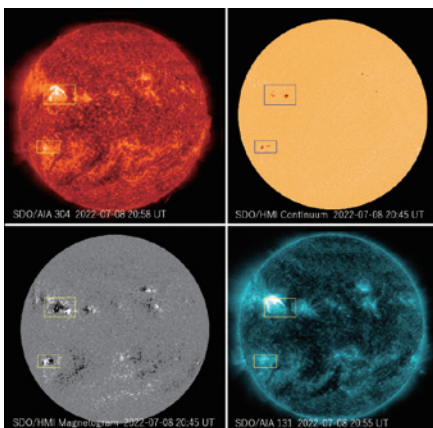


図2 多波長でみた太陽観測画像(白色光、極端紫外線131Å、304Å、光球磁場: SDO衛星/NASA)

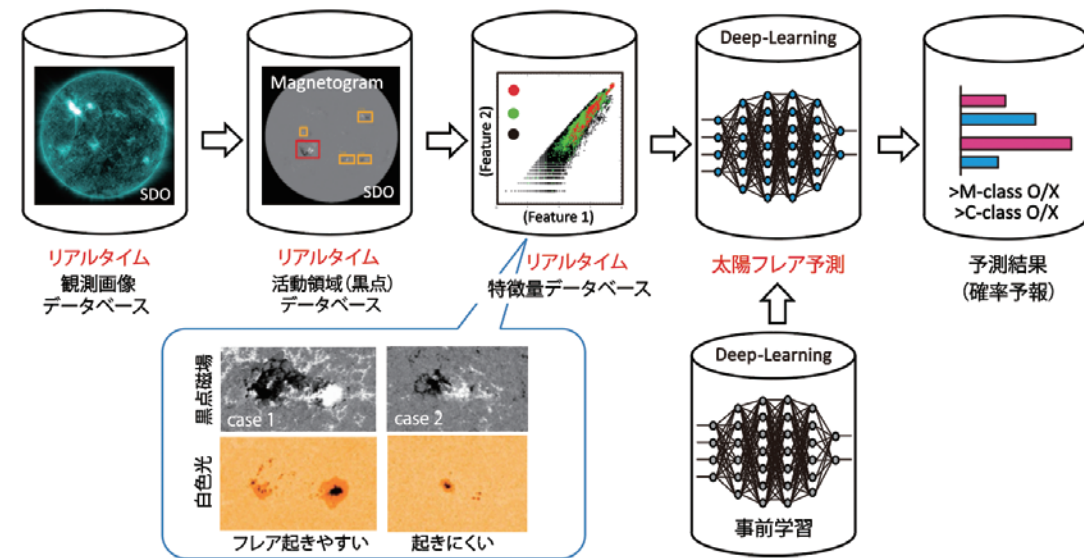


図3 Deep Flare Net予報運用モデルの概要

面の黒点を注意深く監視することが大事です。宇宙から昼夜や天候によらずに観測できるようになったことで、黒点成長とフレア発生の関係は飛躍的に明らかになりました。さらに、従来は人が太陽画像を見て予報を行っていましたが、私たちはAI技術を用いることで、予測精度を向上し、発生メカニズムを解明することに挑戦しました。

■深層学習を用いた予測モデル

フレア予測への機械学習やAI技術の応用は、今、世界的に注目されています。太陽観測データは画像が豊富で、深層学習の応用が活発に行われています。NICTでは太陽研究者とAI研究者の合同チームを結成し、世界に先駆けて太陽フレアAI予測モデルの開発と実運用化に取り組んできました。モデルの概要としては、(1)NASA太陽観測データサーバーから衛星観測データを取得し、(2)太陽磁場画像から黒点を含む活動領域を検出し、(3)各領域から79個の黒点の特徴量を抽出します。(4)その特徴量を深層学習に入力することで、今後24時間以内に太陽フレアが発生するかどうかを確率予報します(図3)。

本モデルの特徴は、過去の太陽研究で注目された特徴量や予報運用者の経験を注ぎ込んでいる点です。例えば、大きく複雑な形状の黒点や磁場の強い黒点、フ

レア直前に見られる小さな発光現象などが予報に有効です。これら経験則を約30万枚の太陽画像を元に学習することで、従来の3-5割の人手による予報から、8割以上の精度まで向上することに成功しました。AIといっても万能ではなく、先生が生徒に教材を与えて教えるように、学習方法を丁寧に教える必要があります。これが上手いかず、なかなか精度が上がらない時期もあり、試行錯誤したりして苦労しました。さらに黒点の特徴量データベースからは網羅的な分析ができるようになり、太陽フレアの発生メカニズムを解明する新たなアプローチができました。

■太陽フレアAI予報のウェブ公開

私たちは予測モデルをDeep Flare Netと命名し、現在予報結果をウェブでも公開しています(図4)。今後24時間のフレア予報について、数時間おきに更新しています。一般の人にもわかりやすいよう、晴れ雨曇りのように「危険」「注意」「静穏」というマークで示しつつ、各活動領域の降水確率ならぬフレア発生確率をグラフで示しています。2019年に世界初の太陽フレアAI予報モデルとして運用を開始し、毎日の宇宙天気予報会議でも活用しています。また宇宙天気予報ユーザーの方に使っていただきながら改善を続けています。2021年から大きな

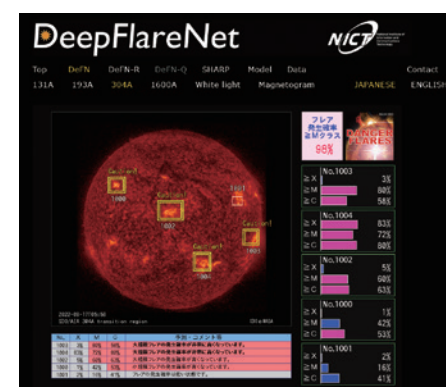


図4 太陽フレアAI予報 (Deep Flare Net) のウェブページ (https://defn.nict.go.jp/)

フレアの発生も増えているところで、人が予報する際の判断にも役立っています。

■今後の展望

Deep Flare Netは現在ウェブ公開し活用していますが、更に信頼度を向上したり予測期間を伸ばしたり、今後はexplainable AIを使ったフレア発生メカニズムの物理解釈にも力を入れていきたいと思っています。また実用的には、太陽だけでなく地磁気嵐や地球大気と組合せたモデルに拡張することで、衛星運用や通信測位への影響の予報につなげられると考えています。米国では宇宙天気ビジネスが既に始まっています。今後日本でも、宇宙天気の民間活用をNICTが協力し促進していきたいと思っています。今後の宇宙天気予報にご期待下さい。

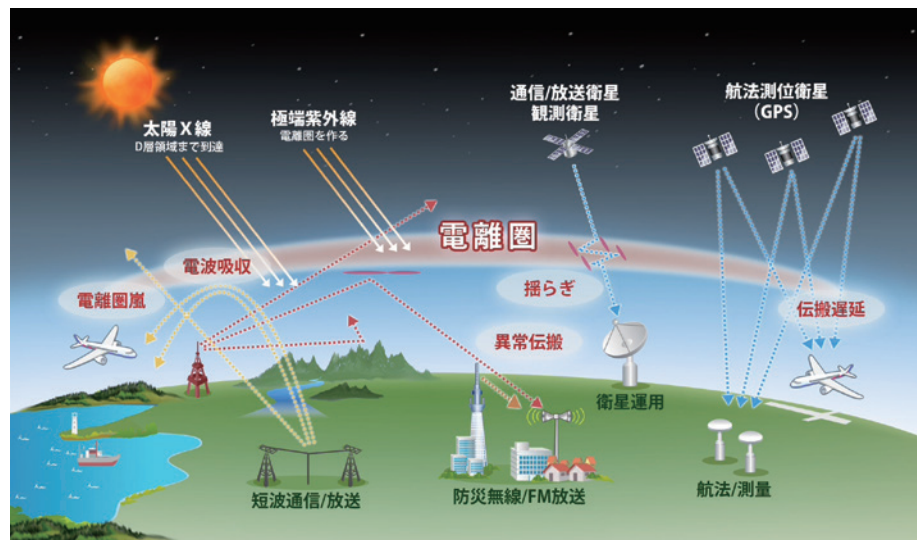


図1 宇宙天気(太陽フレア)による社会影響

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・フリア)
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 (ベド・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・機器を人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ユーザーアプリケーションに対しては、AIによっては異なる判断を下すことがあり、このため、異なるAIユニットの連携や、様々な管理機能間での連携を円滑にするための新たな技術が必要となります。

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を注意深く分析し、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な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

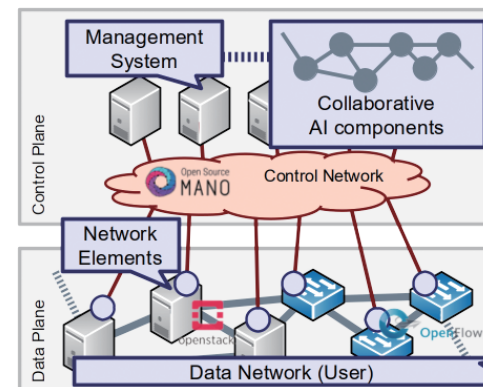


図1 System Overview

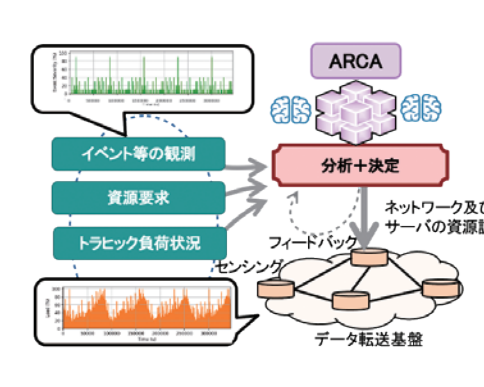


図2 ARCA workflow



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。我々の提案技術を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本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。

AIを用いたプライバシー保護 連合学習技術

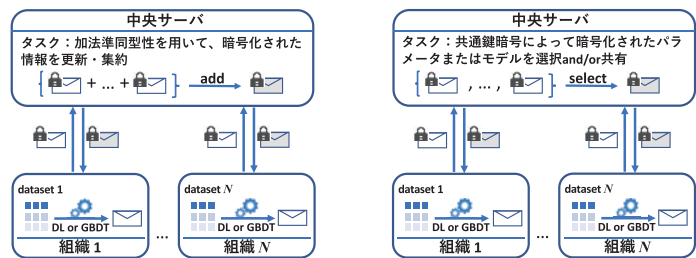


図1 準同型暗号（左）及び共通鍵暗号（右）を用いた二つのシステムの概要

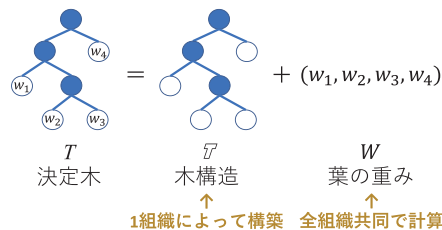


図3 決定木モデルは木構造及び葉の重みで構成

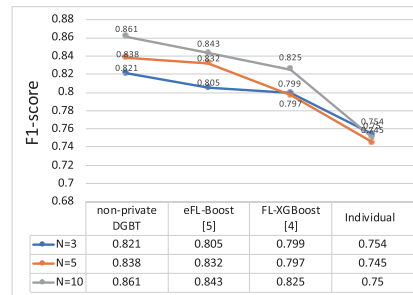
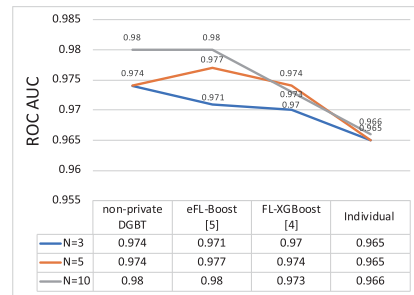


図4 各参加組に22784の学習データを割り当て、参加組織数 N= 3、5、10の3パターンで行った実験結果



レチュウ フォン

サイバーセキュリティ研究所
セキュリティ基盤研究室
主任研究員

2015年NICT入所。主任研究員。暗号とそのプライバシー保護機械学習への応用の研究に従事。博士（学術）。



王立華

サイバーセキュリティ研究所
セキュリティ基盤研究室
主任研究員

2019年NICT入所。主任研究員。暗号とそのプライバシー保護機械学習への応用の研究に従事。博士（工学）。

参考文献

- [1] Le Trieu Phong, Yoshinori Aono, Takuya Hayashi, Lihua Wang, Shihō Moriai: "Privacy-Preserving Deep Learning via Additively Homomorphic Encryption," IEEE Trans. Inf. Forensics Secur. vol.13, no.5, pp.1333-1345, 2018.
- [2] Le Trieu Phong, Tran Thi Phuong: "Privacy-Preserving Deep Learning via Weight Transmission," IEEE Trans. Inf. Forensics Secur. vol.14, no.11, pp.3003-3015, 2019.
- [3] Credit Card Fraud Detection dataset, <https://www.kaggle.com/datasets/mlg-ulb/creditcardfraud>
- [4] Fuki Yamamoto, Lihua Wang, Seiichi Ozawa: "New Approaches to Federated XGBoost Learning for Privacy-Preserving Data Analysis," ICONIP2020-27th International Conference on Neural Information Processing, LNCS 12533, pp.558-569, Springer, 2020.
- [5] Fuki Yamamoto, Seiichi Ozawa, Lihua Wang: "eFL-Boost: Efficient Federated Learning for Gradient Boosting Decision Trees," IEEE Access, vol.10, pp.43954-43963, 2022.

重 要なAI研究領域の一つであるプ ライバシー保護連合学習 (PPFL : Privacy-Preserving Federated Learning)

は、複数の参加組織が、互いにデータを明かすことなく、全組織の統合データセットを用いて機械学習を行うことを可能にします。

本稿では、DeepProtect、FL-XGBoost、eFL-Boostという3つの技術について紹介します。DeepProtectはニューラルネットワークをモデルにした深層学習 (DL: Deep Learning) を行う手法を使用しており、FL-XGBoostとeFL-Boostは勾配ブースティング決定木 (GBDT: Gradient Boosting Decision Trees) を用いた技術になります。

図1には、Nか所の参加組織と中央サーバとの関係を表しています。各参加組織は各自のデータでDLまたはGBDTを用いて機械学習を行い、その学習結果（パラメータ）を中央サーバとの通信で更新します。ここで、中央サーバとの通信手段には二種類のフレームワーク: 準同型暗号を用いたシステム (図1左) と共通鍵暗号を用いたシステム (図1右) があり、これらを利用することによって、サーバにデータを開示することなく、サーバを介して安全にデータの共有や更新ができます。

■深層ニューラルネットワークを用いた プライバシー保護連合学習

DeepProtectは、文献[1][2]で提案された深層ニューラルネットワークを用いてプライバシー保護連合学習を実行するための一連のスキームです。

図1は、DeepProtectの概要です。参加組織は、深層ニューラルネットワークを用いて深層学習を行い、サーバと通信します。各参加組織 (例: 参加組織1) は、深層学習

で得られた深層ニューラルネットワークの内部データである初期重みベクトル W を初期化します。参加組織が準同型暗号を用いて DeepProtect を実行する場合 (図1左)、その参加組織は準同型暗号で W を暗号化したデータ $\text{Enc}(W)$ をサーバに送信します。重みベクトルの機密性は、暗号化によって保護されるため、送信先のサーバに組織のデータが知られるのを防ぎます。上述の初期化終了後、重みベクトルが更新される度に、参加組織は暗号化された最新の $\text{Enc}(W)$ をサーバから取得し、暗号を復号して最新の W を得ます。次に参加組織 W と各自の所持するデータを用いて勾配ベクトル $\frac{\delta J(W, \text{data})}{\delta W}$ を計算し、暗号化した勾配ベクトルをサーバに送信します。

サーバは確率的勾配降下法と呼ばれる次のアルゴリズムで暗号化された重みベクトルを更新していきます。

$$\text{Enc}(W) - \alpha \cdot \text{Enc}\left(\frac{\delta J(W, \text{data})}{\delta W}\right) = \text{Enc}\left(W - \alpha \cdot \frac{\delta J(W, \text{data})}{\delta W}\right)$$

ここで、準同型暗号は加法的準同型性という特性をもつため、サーバは暗号化されたままの重みベクトルの更新を可能とします。そのため各組織は上記の計算で更新された暗号化されているベクトルをサーバから取得、復号することで最新の重みベクトルを得ることができます。

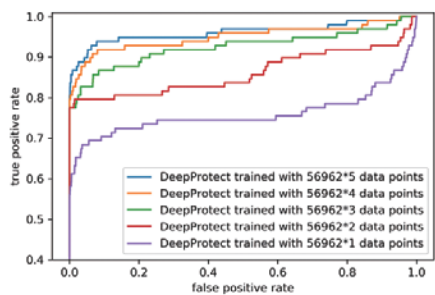


図2 DeepProtectによるクレジットカード詐欺検出データセットの分析精度

共通鍵暗号を用いた DeepProtect (図1右) では、中央サーバは、暗号化された重みベクトルの最新版のみを保存し共有します。学習プロセスを開始した参加組織は、暗号化された重みパラメータをサーバにアップロードします。他の参加組織は、暗号化された重みベクトルの最新版をサーバからダウンロードし、参加組織間で共有する秘密鍵を用いてその暗号を復号し、復号されたベクトルを使って各自の学習を行います。次に参加組織は、自身のデータを用いて重みベクトルを更新、暗号化し、サーバにアップロードします。サーバに保存された重みベクトルは、他の参加組織にも共有されますが、重みベクトルの機密性は、サーバや参加組織による不正、あるいはその両者による共謀といった比較的複雑な事態に対しても保護されることが[2]で示されています。

我々は、クレジットカード詐欺検出データセット[3]を用いて DeepProtect の分析精度を検証しました (図2)。この実験では、学習データの量を5つのパターン (56962*1、56962*2、…、56962*5) に変化させて DeepProtect を行いました。ROC 曲線 (Receiver Operating Characteristic 曲線) (図2) は、学習に使用するデータ量が増加するにつれて DeepProtect の分析精度が向上することを示しており、DeepProtect の分析精度は、参加組織数の増加に伴って向上することがわかります。

■勾配ブースティング決定木を用いた プライバシー保護連合学習

我々は、神戸大学との共同研究によって、複数組織によるデータ利活用をデータの相互開示なしに実現する、組織間ア

ンサンブル決定木連合学習スキーム、FL-XGBoost、eFL-Boost を考案しました。

FL-XGBoost [4] の参加組織は、それぞれが各自のデータを用いて局所モデル (即ち、決定木) を作成し、協力して GBDT (XGBoost) (即ち、決定木群: 以下大域モデルと呼ぶ) を作成します。具体的には、各参加組織は、共通鍵暗号 (図1右) を用いて暗号化された局所モデル $\text{Enc}(T_i)$ と平均勾配 $G_{\text{ave}}^{(i)}$ を中央サーバに送信します。ここで、 $G_{\text{ave}}^{(i)}$ は更新前の大域モデルにおける推測誤差を意味し、大域モデルの選択指標として利用します。サーバは選択指標が高い値を示す局所モデル (即ち、 $T^* = \text{argmax}_{\{T_i\}} \{G_{\text{ave}}^{(1)}, \dots, G_{\text{ave}}^{(N)}\}$) を大域モデルに追加する木として暗号化状態で全組織に送信します。 $\{\text{Enc}(T_1), \dots, \text{Enc}(T_N)\} \rightarrow \text{Enc}(T^*)$

各参加組織は、事前に共有された秘密鍵を使って、 $\text{Enc}(T^*)$ を復号し、得た T^* を大域モデルに追加します。上述のプロセスを順次実行することにより、大域モデルが継続的に更新されます。

eFL-Boost [5] は、FL-XGBoost を更に発展させたスキームであり、予測精度の向上、通信コストや他組織に開示する情報の低減を実現しました。このプロトコルでは、決定木の構築は以下の二段階に分割されます (図3)。

(1) 木構造の決定: この工程は、ビルダーと呼ばれる役割に選ばれた一参加組織によって行われます。大域モデルの更新の際に生じるバイアスを抑制するために、この工程は毎回、異なるビルダーによって行われます。ビルダーは、自身のデータセット及び更新前の大域モデルと GBDT における一般的な決定木構築アルゴリズムを

用いて、最新の局所モデル (即ち、決定木 T) の木構造 $\mathcal{T}$ のみを構築し、他の参加組織と共有します。

(2) 葉の重みの計算: この工程は、モデルが更新される度に全参加組織が共同で行います。参加組織 d ($d = 1, \dots, N$) は、自身のデータセット D を用いて、 $\mathcal{T}$ の各葉に対して、勾配値 $g_i = \partial_{\hat{y}_i} L(y_i, \hat{y}_i)$ 及び $h_i = \partial_{\hat{y}_i}^2 L(y_i, \hat{y}_i)$ の合計、 $G_d = \sum_{i \in D} g_i$ と $H_d = \sum_{i \in D} h_i$ を計算します。次に、準同型暗号を用いてこれらの結果を暗号化し、暗号文 $\text{Enc}(G_d)$ 及び $\text{Enc}(H_d)$ をサーバに送信します (図1左)。サーバは、加法的準同型特性を利用して、暗号化された勾配値の集約を行い、その結果 $\text{Enc}(G) = \sum_{d=1}^N \text{Enc}(G_d)$ 及び $\text{Enc}(H) = \sum_{d=1}^N \text{Enc}(H_d)$ を全参加組織に送ります。各参加組織は、 $\text{Enc}(G)$ 、 $\text{Enc}(H)$ から G と H を復号し、葉の重み $W = -\frac{G}{H + \lambda}$ を計算します。そして、葉の重み W を木構造 $\mathcal{T}$ に追加することで決定木として完成した局所モデル T を、大域モデルに追加することで、大域モデルは更新されます。

学習モデルは、サーバによる不正から保護され、その機密性は、参加組織による不正 (共謀を除く) に対しても保護されることが示されています [4][5]。

クレジットカード詐欺検出データセット[3]を用いた性能評価では、eFL-Boost の性能が、通信コストが低い既存のプロトコルの性能よりも優れており、プライバシーを保護しないプロトコルの性能と同等であることが示されました (図4)。例えば、参加組織数 $N=5$ の場合、eFL-Boost の F1 スコアは 0.832、ROC AUC は 0.977 でした。これに対してプライバシーを保護しない元の GBDT の F1 スコアは 0.838、ROC AUC は 0.974 でした。

翻訳バンク

高精度自動翻訳の基盤となる翻訳データの「公的大規模集積拠点」



隅田 英一郎

(すみだ えいいちろう)

NICTフェロー／
ユニバーサルコミュニケーション研究所
先進的音声翻訳研究開発推進センター
副研究開発推進センター長／
先進的翻訳技術研究室
室長

日本アイ・ピー・エム、国際電気通信
基礎技術研究所を経て2007年よりNICT
勤務。一般社団法人アジア太平洋機
械翻訳協会*1会長兼務。2010年に音
声翻訳の「VoiceTra（ボイストラ）」、
2014年にテキスト翻訳の「TexTra（テ
キストラ）」を公開。2017年から「翻
訳バンク」を運営。また「グローバル
コミュニケーション計画2025」*2の遂
行に従事。2022年8月に「AI翻訳革命」
を上梓。博士（工学）。

深 層学習の登場によって人工知能の
実用化が様々な分野で進んでいま
す。コンピューターによる自動翻訳はその
典型的な成功事例です。どんな文章でも無
難に処理する汎用の自動翻訳だけでなく、
特定分野専用に高精度化した自動翻訳もあ
り、各社から多様なサービスが上市され、
普及は加速度的になっています。本稿では、
高精度化の基盤となる翻訳データの集積に
関する、世界に類例のない仕組である翻訳
バンクについて紹介します。

■背景

近年深層学習に基づく自動翻訳システ
ムが国内外の様々な企業から上市されて
います。これらは従前のシステムと比べ
て翻訳精度が格段に改善しており、自動
翻訳の研究開発史上初めて幅広い分野で
利用可能になりました。

自動翻訳の翻訳精度は次の理由でまだ
まだ向上を続ける見通しです。

- ①深層学習のアルゴリズムについては、
研究者が競って新たなアイデアを論文で
発表し、同時にそのプログラム実装をだ
れでも利用可能なオープンソースとして
公開していることから、世界中で最良の
プログラムが常にシェアされている状況
です。
- ②また、深層学習に与える翻訳データ
については、蓄積量の拡大と質的な改善
が翻訳精度向上のもう一つの源泉であ
ることから、倦むことなく追及されてい
ます。

本稿では後者について詳しく見ていき
ます。

■「大量で悪質」か、「少量で良質」かの現実

翻訳データについては、「量が多けれ

ば多いほど翻訳精度が上がる」ことが異
なる組織による様々な実験によって確か
められていて、翻訳データの大規模蓄積
は自動翻訳システムの開発組織間で熾烈
な競争状態にあり、蓄積量は増大し続け
ています。

簡単な日本語、例えば「トイレが流れ
ません」を異なる最先端の自動翻訳シス
テムに入力しても訳文は必ずしも同じに
なりません。あるシステムは「The toilet
doesn't flow」と誤訳になり、別のシス
テムは「The toilet doesn't flush」と正
しく訳します。これは学習データの質に
起因すると推定されます。

AIのシステムはその学習データを模倣
するものであることから、学習データの
質がAIのシステムの精度を左右しま
す。最近AIの研究コミュニティの中
では質の追及に注目があつまりつつあり
ます。翻訳の場合も、データの質が自動
翻訳システムの精度に関係します。ここ
で言う翻訳データの「質」とは、翻訳の「
上手・下手」のことです。さらには、原
文に入っている情報が訳文には入ってい
なかつたり、逆に余計な情報が入ってい
たりなど、場合によっては誤訳になるこ
ともあり、それらは「質が低い」と言
えるでしょう。「良質で大量」が好ま
しく、「悪質で少量」は最悪なのは議論
をまちません。しかしながら、「大量」の
データの質を検査し篩にかけ、望ましく
は、人手で修正するためにかかるコスト
は膨大すぎて非現実的です。

一般的には、「悪質で大量」か「良質
で少量」のデータが利用可能です。そ
んな環境下において、量と精度に相関が
あり、「量が多ければ多いほど翻訳精度
が上がる」ことが、多数の組織による様
々な実験で経験的に確認されています。
したがって、第一義的には「悪質で大量

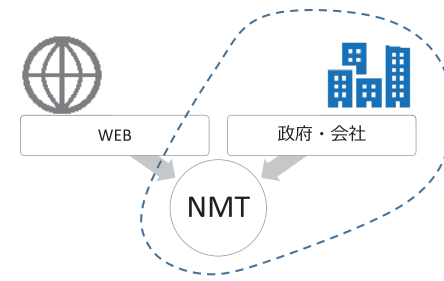


図1 二種類の翻訳データ

を集積することが重要で、さらに、「良
質で少量」のデータをうまく重畳してい
くことが現実解と考えられます。

次節では、「悪質で大量」か「良質で
少量」のデータしかない現実を越える「良
質で大量」のデータを目指すNICTのア
プローチを紹介します。

■翻訳データの「公的大規模集積拠点」

自動翻訳の研究開発を進める各組織は
競って翻訳データを収集しています。先
に例示したように上市されている各シス
テムの精度は分野や言語で大きく変動
し、あらゆる分野・言語で高精度を実
現した単一システムが存在しないことは
現在の収集方法は不十分であることの傍
証になります。良質データを大量に集め
るには、どうしたら良いのでしょうか(図
1)。

- ①WEB上に翻訳データは多量にあり
ますが、質の良いデータと悪いデー
タが渾然一体となっており、質を
自動的に判定する技術は容易に実
現できません。
- ②一方、十分丁寧に校正された翻訳
データは会社や自治体・省庁等の
個々の所有組織に散在しています。
品質管理が行き届いている信頼性の
高いデータを官民の組織から集める
ことが有望な手段となります。

図2に示したように、散在している対
訳を一つの組織に集積して、自動翻訳
のための深層学習に投入すれば、専門
分野向けの翻訳精度が顕著に上がります。
また、汎用自動翻訳のカバー率の改善も見

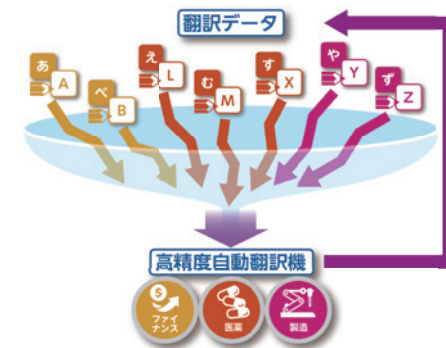


図2 翻訳バンクのアイデア

込めます。
総務省とNICTとは、この仕組みを「翻
訳バンク」と命名して推進しています*3。
提供された翻訳データは、深層学習に活
用され、できた高精度自動翻訳システム
は技術移転されて広く利用可能となっ
ています(最新版の翻訳精度はNICTの研
究成果のショーケースである音声翻訳ア
プリVoiceTra®や文字ベースの自動翻
訳システムTexTra®で体験できます*4、*5)。
民間の組織がこれを実施しようとしても
利害調整が障害になる可能性が大い
ですが、公的機関の場合はその点につ
いて懸念はあまりなく実際に様々な業
界との連携の実績を上げることができ
ています。

翻訳バンクは、国民による国民のため
の国民の自動翻訳システムを構築する
というビジョンです。さらに公的大規模
集積拠点の仕組を全世界広げることが
できれば、全ての分野・言語で、過去
に翻訳された対訳を集積し構築したシ
ステムによって、未曾有の高精度を実
現できるでしょう。

直近の事例を一つ紹介します。金融
庁が、同庁及び金融関係の業界団体の
所有する翻訳文書を大量に収集して翻
訳バンクに提供し、NICTが翻訳文書
を深層学習用に変換し、更に自動精製
したデータを用いて高精度の自動翻訳
システムを開発しました。

本システムは2022年3月1日から、
民間事業者への技術移転が開始され、
金融庁では日常的に活用されており利
用されている職員の方々から高評価を
頂いています。

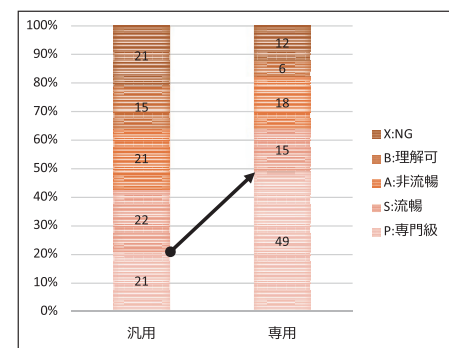


図3 汎用と金融の専用の比較

ます。
本システムの訳質を評価したところ、
最良品質の金融専門翻訳者レベル(P:
専門級)に達した訳文の割合が従来の2
割から5割に向上し(図3)、金融分野
の文書の翻訳作業を大幅に効率化でき
るようになりました。

■今後の展望

翻訳バンクは、あらゆる分野・言語で
高精度な自動翻訳を実現することを加速
するでしょう。また、この成果を基に、
音声認識の進歩も活用して、数年以内
に同時通訳のサービスがいたるところで
利用可能になるでしょう。

また、自動翻訳が深層学習に基づくよ
うになった結果、いままで困難あるいは
不可能と考えられていた文脈の利用、図
やグラフなどテキスト以外の情報の活用
が同じパラダイムの中で統合的に解か
れていく未来が近づいています。

翻訳バンクで支えられた自動翻訳とそ
の周辺の技術進歩は刮目に値します。

*1 <https://www.aamt.info/>
*2 https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01tsushin03_02000298.html
*3 <https://h-bank.nict.go.jp/>
*4 <https://voicetra.nict.go.jp/>
*5 <https://mt-auto-minhon-mlt.ucrj.ign-x.jp/>

AIへの脳融合 人工脳の実現に向けて



西田 知史 (にしだ さとし)

未来ICT研究所
脳情報通信融合研究センター
脳情報工学研究室
主任研究員

大学院修了後、博士研究員を経て、2014年にNICT入所。認知・計算神経科学、脳情報工学、人工知能などに関する研究に従事。大阪大学大学院生命機能研究科招へい准教授。博士(医学)。

脳 活動の予測をAIに取り入れることで、脳の情報処理を模倣する脳融合AIを作成し、人間の認知内容や行動の推定問題で、既存のAIよりも高い性能を発揮することに成功しました。また、作成した脳融合AIが脳情報処理の個人差をうまく反映することも確認できました。我々のグループが開発する脳融合AIは、個々人の脳情報処理をコンピュータ上で再現する人工脳の実現に大きな前進をもたらすと期待できます。

■背景

近年のAI技術の発展には目を見張るものがあります。私たちの日常生活への応用も進みつつあり、AIと人間が共存する社会が訪れるのもそこまで遠い未来ではないでしょう。しかし、社会に進出するAIを私たち人間が心から受け入れるためには、人間をより良く理解したうえで人間のように振る舞うAIの登場が必要になります。そのような人間の振る舞いを真似るAIを実現するために、人間が行う情報処理すなわち脳情報処理を模倣するAIの開発が一つの有望なアプ

ローチとなります。そこで、我々の研究グループは、映像や音声などの視聴覚入力をもたらす脳活動を正確に予測するAIモデルを作成することで、脳情報処理を模倣する脳融合AIの開発に取り組みました。

■脳情報処理を模倣する脳融合AI

脳融合AIは、日常的な映像などの視聴覚入力によって生じる脳活動を予測するAIモデル（予測モデル）と、予測した脳活動から入力と紐付いた認知内容や行動を解読するAIモデル（解読モデル）から構成されます（図1）。予測モデルは、実際に人が映像などを視聴している際に機能的磁気共鳴画像法（fMRI）を用いて計測した脳活動データを基に作成されます。同じ映像を最先端AI技術の一種である深層ニューラルネットに入力して、その結果予測される脳活動が、計測した脳活動にできる限り近づくようにモデルが作られます。一方で、解読モデルは映像に対する人の認知内容（例：好き嫌い、印象）や行動（例：視聴時間、購買）のデータを基に作成されます。予測した脳活動からAI技術で読み取った認知内容

や行動が、実際に人から収集した認知内容や行動にできる限り近づくようにモデルが作られます。

視聴覚入力から脳活動（脳内情報）が生じて認知内容や行動へと変換される情報処理は、まさに脳内で行われている一連の情報処理そのものです。したがって、予測モデルと解読モデルを組み合わせた脳融合AIは脳情報処理を模倣する技術だといえます。この脳融合AIを、個々人から計測した脳活動を基に作成しました。

■脳融合によりAIの認知・行動推定の性能が向上

脳融合AIは、視聴覚入力からAIを用いて直に認知内容や行動を推定する標準AI技術に比べ、脳活動の予測という余分な計算を含んでいます。しかし検証の結果、この余分な計算がAIの振る舞いを脳らしく変化させて、特定の種類の認知内容や行動の推定でAIの性能を向上させることが分かりました（図2）。この検証では、Webやテレビで放映された広告映像を入力とし、Web広告映像の視聴完了率（映像をスキップせずに最後まで視聴したユーザの割合）やテレビ広告映像の好感度などの値を推定しました。その結果、脳融合AIによるこれら推定の性能が、脳融合を用いない標準AIによる直接推定の性能に比べて高くなることを確認しました。

また、興味深い点として、計測した脳活動から認知内容や行動を読み取る、いわゆる脳解読の性能が高いときほど、脳融合による性能向上が大きくなるのですが、様々な推定の結果から明らかになりました。脳解読が高い性能を示すケースは脳の情報が推定に役立つときだと考えられるので、我々が得た結果は、脳の情報が有効な推定問題ほど脳融合が効果的

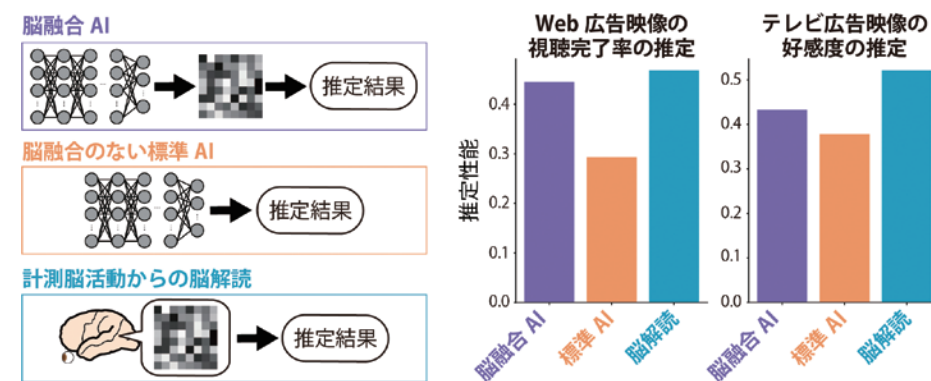


図2 脳融合によるAIの推定性能の向上

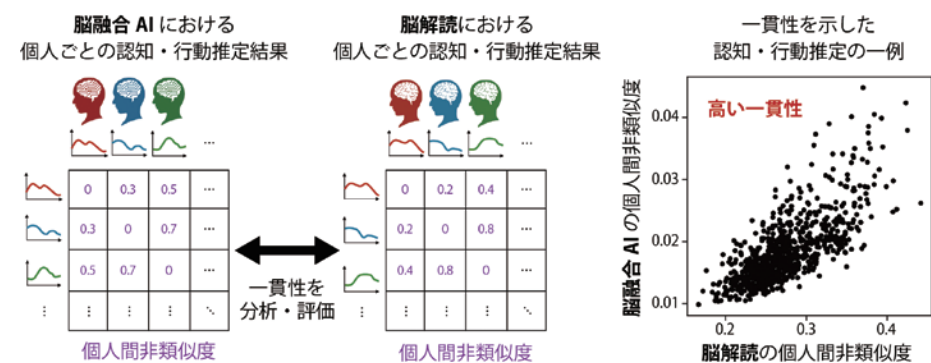


図3 脳融合AIによる個人差の反映

にAIの性能を向上させることを示唆しています。つまり、脳融合によってAIの振る舞いが脳の振る舞いに近づく可能性が示されたといえます。

■脳融合AIは脳情報処理の個人差を反映

脳融合AIは個々人の脳活動を使用して個別に作成することができます。検証の結果、個人ごとに作成した脳融合AIに、その人の脳情報処理の特性が適切に反映されることが分かりました（図3）。この検証では、映像入力から脳融合AIで認知内容や行動の時系列を推定し、その時系列が個人間で似ていない度合い（個人間非類似度）を個人差の指標として用いました。もし脳融合AIの推定に見られる個人差が、脳情報処理の個人特性をうまく反映しているのであれば、計測した脳活動から認知・行動を解読したとき（脳解読）の個人差と一貫した傾向を示すはずです。この一貫性を相関分析

により評価しました。そして、87種類の認知内容及び行動の推定のうち、実に81種類で一貫性を認めました。

■今後の展望

脳融合AIの利点の一つは、脳融合によってAIの情報処理を脳の情報処理に近づけることです。脳融合AIの今後の発展は、人間らしく振る舞うAIの実現に大きな貢献をもたらすといえます。そして、人間と調和するAIの誕生につながるものが期待できます。また別の利点は、個々人の脳情報処理を計算機上で再現し得ることです。これによって人工脳が実現され、人間を計算機上で再現するヒューマンデジタルツインや脳のデジタルアーカイブ化など、様々な次世代の脳情報通信技術の基盤となるものが期待できます。

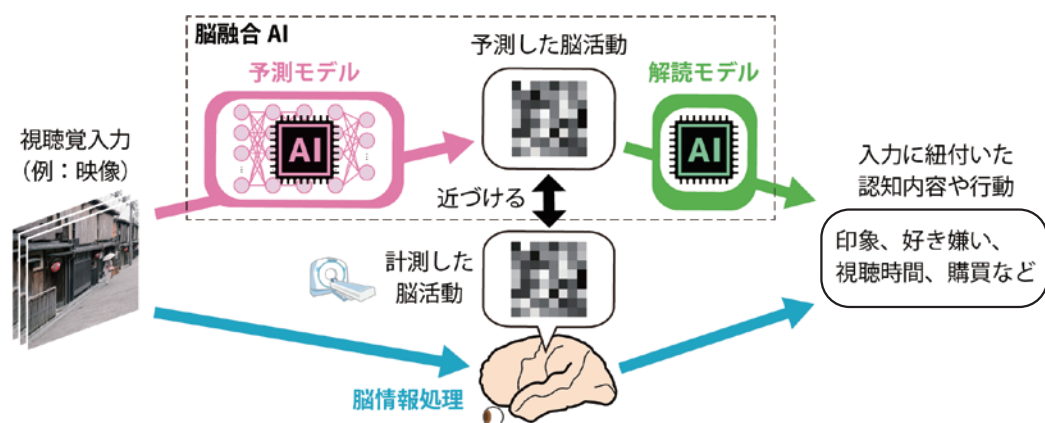


図1 脳融合AIの構成

電波功績賞は、電波の有効かつ適正な利用に特別の功績を挙げた個人又は団体を毎年表彰するものです。

※所属・役職名は受賞者決定時点のものです。

第33回「電波功績賞 総務大臣表彰」

The 33th Meritorious Award on Radio

松村 武 (まつむら たけし)

ネットワーク研究所ワイヤレスネットワーク研究センター
ワイヤレスシステム研究室 室長

●受賞内容：「2.3GHz帯ダイナミック周波数共用システムの実証及び実用化」

●受賞日：令和4年6月28日

●共同受賞者：藤井威生（国立大学法人電気通信大学）、原田博司（国立大学法人京都大学）、林 高弘（株式会社 KDDI 総合研究所）、下村雅彦（株式会社三菱総合研究所）、澤井 亮（ソーグループ株式会社）、横山 仁（日本アイ・ピー・エム株式会社）

●概要：2.3GHz帯において、異なるシステム間で動的に周波数を共用するダイナミック周

波数共用を実用化するため、移动通信システムと既存の無線システムの地理的、時間的な運用状況を考慮した動的な共用システムの研究開発と実証を行い、ステークホルダー間の調整を実施するとともに、システムの稼働開始を推進させるなど、電波の有効利用に大きく貢献したことが評価されたもの。

●受賞の言葉 ダイナミック周波数共用技術は、今後の周波数有効利用にとって非常に重



写真左が松村 武

要な技術であり、実際に制度化に至ったことは無線通信分野にとっても大変大きな一歩であると考えます。そのような重要なプロジェクトに国研として関わることができたことを大変嬉しく思います。本プロジェクトは2年間という非常に短期間で、計画立案、測定、成果入力まで、現場で担当した研究員の多大な貢献があってこそその成功であったことを申し添えます。



100万回再生を達成しました!!

『Nのいる未来』

2022年6月にアップしたPRムービー『Nのいる未来』が、100万回再生を達成致しました。本号の表紙にも登場している203X年から来たAIキャラクター“N”が、NICTの作るこれからの未来をわかりやすく紹介する内容です。ナレーションは上白石萌音さん。是非ご覧ください。

<https://www2.nict.go.jp/publicity/pr-movie/>



NICT では、産業界、大学、地域等の皆様の新たな価値の創出や課題の解決に資するため、私たちの研究開発成果をご活用いただければと考えています。このため、NICT の研究開発成果等をご紹介します「NICT SEEDs (NICT シーズ集)」を公表しています。

NICT SEEDs

[本シーズ集の最新版は、以下の URL でご覧いただけます]

<https://seeds.nict.go.jp/>

[NICT SEEDs ニューノーマル時代に資する技術シーズ集 ~新型コロナウイルス対策~]

https://www2.nict.go.jp/publicity/ceatec2020/pdf/NICT_SEEDs_for_the_New_Normal.pdf

ご相談・お問合せ先

✉ seeds@ml.nict.go.jp

NICT シーズ 🔍

NICT オープンイノベーション推進本部 ソーシャルイノベーションユニット 戦略的プログラムオフィス



こんな時に
ご活用ください。

- 成果を使いたい
- 施設・設備を使いたい
- データを使いたい
- 共同で研究したい
- 技術相談したい
- 研究公募に応募したい
- 研究を依頼したい

