



The power of innovative research.

NII SEEDs 2021

情報学によるイノベーション創出と未来価値創成





情報学によるイノベーション創出と未来価値創成
2021

2021年4月1日 発行

大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構
国立情報学研究所

〒101-8430

東京都千代田区一ツ橋2-1-2 学術総合センター

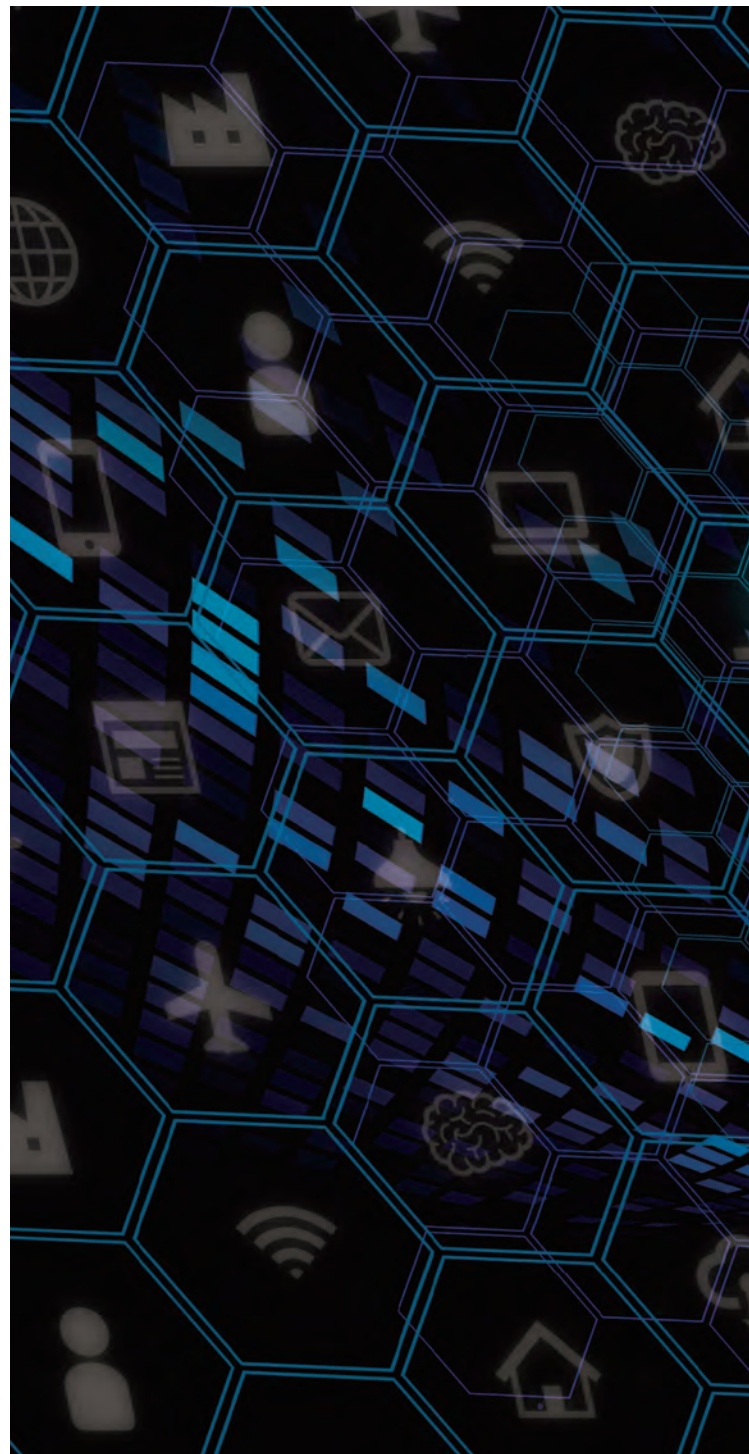
TEL : 03-4212-2000 (代表)

HP <https://www.nii.ac.jp/>

Facebook <https://www.facebook.com/jouhouken>

Twitter <https://twitter.com/jouhouken>

©National Institute of Informatics



産業と学術の連携が、 新たなイノベーションを創出し、未来価値を創成します。

『NII SEEDs』は、

国立情報学研究所(NII)の産業応用の可能性がある研究成果をご紹介します、

産業界や官公庁の皆様へ共同研究や技術相談、成果活用の

テーマ探しのツールとしてご活用いただくことを目的に発行しています。

各シーズは担当研究者のレポート形式となっています。

ご興味を持たれた皆様は、下記のお問い合わせ先までご連絡ください。

研究者との面談や産官学連携活動プログラムのご紹介など、

さらなる情報交換の機会をご提案いたします。

ご相談・お問い合わせ

国立情報学研究所 研究戦略室

Email ura-staff@nii.ac.jp

NIIが提案する産官学連携活動

HP <https://www.nii.ac.jp/research/iga/>

Contents

■はじめに	01	04 ● 情報メディア科学 — メディアの振る舞いを探究する	
Researcher file no.1 岸田 昌子	02	クラウド(crowd)とともに 社会課題の解決を図る	相原 健郎 18
Researcher file no.2 水野 貴之	04	改ざん領域を特定し判断根拠提示 フェイクメディアの自動検知技術	越前 功/山岸 順一 19
■研究シーズ 2021		研究用データセットの有効活用へ データを核とした産学連携を橋渡し	大山 敬三 20
01 ● 情報基礎科学 — 基礎理論の深みを解き明かす		光をデザインして物体の中を見る 非接触・非侵襲のイメージング技術	佐藤 いまり 21
資源をどのように公平に配分するか 信頼される公平な割当メカニズムの構築	五十嵐 歩美 07	言語理解システムの長所や短所を明確にし 説明性・信頼性の高いタスクを設計する	菅原 朔 22
データの多様性を解析し SNS上の集団行動を推し量る	宇野 毅明 08	映像・センサーデータの解析による 社会基盤のモニタリングシステム	高須 淳宏 23
モノを望み通りに動かす技術を支える数理 ネットワークを介した制御の課題解決めざす	岸田 昌子 09	05 ● 知能システム科学 — 知能システムの実現をめざして	
より安心・安全な暗号の設計に向け 回路最小化問題の計算困難性を解析	平原 秀一 10	人間の知的活動を支援する 言語インタフェース技術	相澤 彰子 24
劣モジュラ最適化の理論を用いて 効率的な機械学習アルゴリズムを設計	藤井 海斗 11	人間の知識を利用する AI 多様な情報から知識グラフを自動構築	市瀬 龍太郎 25
02 ● 情報基盤科学 — 理論・実践から情報システムを創り出す		COVID-19 診断支援 AI の開発に向けた ICT プラットフォームの構築をめざす	佐藤 真一 26
クラウド環境を自動構築・再現性確保 技術者育成や人手不足の解決めざす	合田 憲人 12	人流ビッグデータを解析し 感染リスクと経済活動を指数化	水野 貴之 27
無線資源を最大限に活用できる 次世代モバイルシステムの設計	金子 めぐみ 13	06 ● 情報環境科学 — 情報社会を多角的にとらえる	
研究データの管理・共有へ 共通基盤を産学連携で活用する	込山 悠介 14	ブロックチェーンの多層構造がもたらす 経済社会のパラダイム転換	岡田 仁志 28
安全かつ効率的にデータを収集・蓄積・解析 データ駆動型の研究開発促進を支援する	竹房 あつ子 15	学習ログの蓄積と分析により オンライン教育を改善	古川 雅子 29
03 ● ソフトウェア科学 — 多様化する知識創造型社会を支える		■産官学連携事例	30
「形式手法」をものづくりへ 高品質・高効率な製品開発に向けて	蓮尾 一郎 16	■保有特許一覧(国内)	32
機械学習の過程や結果を見える化し 安全性分析や開発プロセスに生かす	吉岡 信和 17	■NIIが提案する産官学連携	33

はじめに

国立情報学研究所 副所長

大山 敬三



国立情報学研究所（以下、NII）では、産業応用の可能性を秘めた情報学の研究最前線を紹介するため、研究シーズ集『NII SEEDs』を2014年度から毎年発行しています。本年度も、新たな研究の展開や成果を発信することで、各界の皆様とNIIとのイノベーションをめざした連携の契機となることを願い、『NII SEEDs 2021～情報学によるイノベーション創出と未来価値創成』を発行いたします。

近年、社会的課題の解決につながる日本発のイノベーション創出の重要性が叫ばれ、大学や学術機関においても社会貢献や産業化につながる研究開発活動が強く期待されています。さらに、「Society 5.0」がめざす超スマート社会の実現や新型コロナ禍を契機とした「ニューノーマル」への転換に向けて、情報学には大きな期待が寄せられています。NIIでは、長期的視点に立った基礎研究ばかりでなく、社会的課題の解決をめざした実践的な研究や学術機関・研究者向けの情報基盤技術の開発も行っており、新たなイノベーションのシーズとなる多くの成果を生み出していると自負しています。これらを活かすべく、産業界や官公庁の皆様との連携を強化し、研究成果を社会実装や産業応用に結び付ける機会を設けることで、イノベーションをめざした活動の活性化など、研究成果の社会への還元に積極的に取り組んでいます。

『NII SEEDs』では、情報学のさまざまな分野で最先端の研究を行っているNIIの研究者をピックアップして、その活動や研究成果をわかりやすく紹介しています。NIIがイノベーション創出に向けて貢献するための第一歩として、産業の高度化やよりよい社会の実現に向けてNIIの研究成果や情報技術、情報学の知見が持つ可能性をご理解いただくための一助となることをめざしています。各界のより多くの皆様は『NII SEEDs』をご一読いただき、NIIの研究活動に興味をお持ちいただいて、共同研究や技術相談などを通じたパートナーシップを作り出すためにお役立ていただければ幸いです。これらのパートナーシップを通じて、皆様とともにイノベーションの創出や社会的課題の解決に貢献できることを願っております。

情報学プリンシプル研究系 准教授

岸田 昌子

KISHIDA Masako



研究シーズ ▶▶▶ P.09

「理論ほど実用的なものはない」という信念を携えて、 新しい制御理論に挑む

18世紀後半、蒸気機関の回転速度を一定に保つためにワットが実用化した遠心调速機が制御のはじまりとされる。その後、この调速機の問題点を解決する過程で理論研究が生まれ、以来、「動きをデザインする科学」として産業の発展に多大な貢献をしてきた。AI（人工知能）全盛の現代においても、制御の果たす役割は強大だ。岸田は理論を武器に、複雑なシステムの制御に取り組んでいる。



米国ミシガン大学アナーバー校にて、学士号（B.S.E.）、修士号（M.S.およびM.S.E.）取得。2010年にイリノイ大学アーバナ・シャンペーン校にて博士号取得（Ph.D.）。マサチューセッツ工科大学Visiting Scholar、東京大学大学院情報理工学系研究科システム情報学専攻助教、ニュージーランドのカンタベリー大学Electrical and Computer Engineering Lecturer、ドイツのotto＝フォン＝ゲーリケ大学マクデブルクHumboldt Research Fellowなどを経て、2016年より現職。専門は応用数学、制御理論。「令和2（2020）年度科学技术分野の文部科学大臣表彰 若手科学者賞」受賞。





「不確かさ」が及ぼす影響を定量化

制御とは、「モノを望み通りに動かすための技術」のこと。岸田はそのために必要な条件や手法などの法則を、数理モデルを使って厳密に導き出す制御理論の研究をしている。身の回りの家電はもとより、自動車や通信ネットワーク、モノがネットワークにつながるIoT (Internet of Things) など、私たちの社会を支えるあらゆるものは、この制御理論によってその動きをデザインされている、と言ってもいいだろう。

「ただ、自動運転車や電力ネットワークなどの大規模で複雑なシステムの場合、その動きを数理モデルで完全に記述することは不可能です。センサーから得られたデータに含まれるノイズや、出力に影響を与える外乱——例えば自動車なら、まっすぐで平らな道ばかりでなく、凸凹道や路面の凍結に遭遇することがあるように、現実のシステムはつねに不確かさを含んでいます。こうした複雑なシステムの解析や制御の問題は難しく、従来はシミュレーションに頼るか、問題を単純化して最適化問題を解くのが一般的でした。しかし、シミュレーションでは解の正確性は保証できないし、問題を単純化すれば保守的な解しか得られません。つまり制御性能が落ちてしまうのです」と岸田は語る。

そこで、岸田はこうした不確かさを有するシステムの解析・制御にしばしば現れるボトルネックとなっている問題に取り組み、正確性を保証する精度の良い近似解を効率的に求める方法を提案した。ここで肝となったのが、「構造化特異値」と呼ばれる、制御理論でシステムの安定性、特に周波数領域における安定性を調べるために使われてきた指標だ。

「少し専門的になりますが、制御理論は大きく古典制御と現代制御の二つに分けられます。古典制御では、入力と出力を一つずつ持つ線形システムを扱います。そこでは微分方程式モデルのラプラス変換をとって、システムを周波数領域で表現し、解析や制御器の設計を行います。一方、現代制御では、入出力の数に制限はなく、非線形要素を持つシステムも扱うことができます。ここでは、微分方程式モデルを時間領域の状態方程式で表現して、解析や制御器の設計を行います。

私は、この現代制御理論において構造化特異値を不確かさの解析に初めて利用したのです。この結果を使って、不確かさがシステムに及ぼす影響を適切に定量化することで、より効率良く安全なシステムを構築できるようになります」

構造化特異値の本質が、システムの安定性、つまり「望ましくない状態に達するまでの距離」を測る指標であることに立ち返り、ボトルネックとなっていた計算困難な問題を、距離を測る問題に書き換えたところに岸田の革新性がある。この成果は、ネットワーク化制御や生化学ネットワーク解析など、さまざまなシステムに応用可能だ。これにより岸田は、2020年度科学技術分野の文部科学大臣表彰において「若手科学者賞」を受賞した。

AIを含むシステムを安全に制御する

一方、世の中がAIブームに沸くなか、AIを含むシステムを安全に制御することに大きな期待が寄せられている。

「機械学習などによるAIは理論に裏打ちされたモデル化が困難で、保証が難しいのです。そこで2020年度より科学技術振興機構 (JST)のCRESTにおいて、『AI集約的サイバーフィジカルシステムの形式的解析設計手法』(研究代表者：末永幸平・京都大学准教授)というプロジェクトがスタートし、私が制御部分を担当することになりました。フランスの研究チームとの共同プロジェクトで、AIを含むCPS(サイバーフィジカルシステム)の安全性・信頼性の担保と、AIを使ってCPSを安全に動かすための手法の開発という二つのアプローチで臨みます。最終的に、その成果を自動運転につなげていく予定です」

その傍ら、「不確かさ」の範囲をさらに広げて、確率分布の不確かさを対象に、制御の問題におけるリスク管理などに活かす研究も手がけている。

「好きな言葉は、“There is nothing so practical as a good theory” (Kurt Lewin)。つまり、良い理論ほど実用的なものはない、ということ。インパクトのある分野で広く使える良い理論をぜひ生み出したいですね」

理論で現実社会の課題解決に挑む岸田の挑戦は続く。

(取材・文＝田井中麻都佳、撮影＝古末拓也)



情報社会相関研究系 准教授

水野 貴之

MIZUNO Takayuki

研究シーズ ▶▶▶ P.27

複雑な世の中の動きを「見える化」することで よりよい世界への道標を示したい

水野は「計算社会科学」を専門とするデータサイエンティストとして、経済や社会の喫緊の課題解決に挑んでいる。コロナ禍では、携帯電話キャリアやGPSのデータなどを活用した自粛率や接触頻度の「見える化」を行い、対策に役立てられた。ネットワーク解析から企業や組織の活動を明らかにし、その影響力を測る取り組みはESG投資などに活用され、世界をよりよい方向へ導くことに一役買っている。



2005年、中央大学大学院理工学研究科博士後期課程修了、博士（理学）。東京工業大学総合理工学研究科・日本学術振興会特別研究員、ボストン大学客員研究員、一橋大学経済研究所専任講師、筑波大学システム情報系准教授、科学技術振興機構さきがけ研究員を経て、2013年より現職。専門は計算社会科学、経済物理学、データサイエンス。2019年8月に「人工知能学会 2019年度全国大会 全国大会優秀賞」受賞。



コロナ禍における地域ごとの自粛率や接触頻度をビッグデータから導き出す

世界の様相を一変させたコロナ禍において、水野は2020年3月半ばという早い段階から、新型コロナウイルス感染症対策の研究を手掛けてきた。キャンングローバル戦略研究所のメンバーとともに、NTTドコモの携帯電話約8000万台の基地局情報からリアルタイムの人口分布を推定し、平常時の外出者数との比較割合で自粛率を算出。政府が接触8割減を呼びかけるなか、水野が示した自粛率は一つの指標となり、連日のように報道されて人々の行動変容につながった。

「さらに感染抑制と自粛率の相関を明らかにし、年代別・性別ごとの行動のちがいなども確認しました。その後、政府が三密を避ける新しい生活様式を提唱するなかで、私たちが注目したのが『接触頻度』です。人の接触を8割減にしようとする、同時に経済活動も停滞してしまいます。そこで、より現実に近い接触頻度を導き出したいと考えました」

ここで水野が用いたのが、携帯電話のGPS位置情報だ。許諾の取れた携帯電話利用者約20万人から集めた数m精度の位置情報データと、ドコモの基地局から収集した約8000万人分の500m四方精度の位置情報データという、二つの粒度と量の異なるデータを使い、地図の3次元データなどと重ね合わせて、単位時間あたりの人口密度の変化を割り出した。その結果、500m四方の一人あたりの接触人数の変化が推定できるようになり、人の接触を8割減にするためには、人出を6割5分程度に減らすことで実現できることを示した。

「感染症の流行予測には、これまでSIRモデルという古典的な数理モデルが使われてきましたが、私は機械学習によるAIを用いて、大量のファクターからより高い精度で予測しています。これにより、感染抑制に効くファクター X を導き出そうとしています。普段から公的統計などを扱い、データの癖を熟知しているからこそ、それらを加工して有用な情報を抽出できるのです。それがデータサイエンティストの役割と言えます」と水野は語る。

情報と社会の相関から、課題をあぶり出し、解決につなげる

水野の研究分野は「計算社会科学」と呼ばれる新しい学問である。専攻は物理だが、自分の研究を社会問題の解決に活かしたいと、経済物理という融合分野で博士号を取得した草分けだ。為替や株価の動きの変化の背後にあるディーラー同志の相互作用を粒子の動きに見立てて調べる、つまり物理的なアプローチで経済・社会の問題を解くことで、バブル崩壊などの足下のリスクを予見できるという。

よりグローバルな社会課題に関心をもつようになったのは、



長男が生まれた年に、イスラム国で人質となっていた二人の日本人が殺害されたことがきっかけだった。

「遠い国の出来事だと思っていたことが、他人事ではなくなった瞬間でした。たった6人を介しただけで世界中の誰ともつながると言われるように、日本の経済活動が海外の思いがけない事象とつながっていることがあります。そこで、投資などの資金の流れや取引データを数珠つなぎにして、ネットワークを俯瞰的に見ることで、森林破壊や児童労働などに加担していないか、ブラックマーケットとつながっていないかといったことを調べて、リスクを示す取り組みもしています」

これを発展させて、最近、「ネットワーク・パワー・インデックス」という指標をつくった。ある組織や政府が経済ネットワークを介して、誰にどれくらい影響力をもっているのかを算出するための指標である。「風が吹けば桶屋が儲かる」といった、従来なら簡単には推し量ることができなかった現象を、指標によって定量化する試みだ。例えば悪い影響がグローバルに広がる前に何らかの対策を打ったり、過去からの時系列データを見ることで、ある企業や国がどのような戦略のもとで動いているのかを類推したりすることもできるようになるという。

「つまり我々データサイエンティストは、社会科学で問題とされてきた課題を解決に導く手段をもっているわけです。ESG投資への助言や、社会の新しい需要を掘り起こすためのコンサルティングなどもお手伝いできると思っています」

(取材・文=田井中麻都佳、撮影=古末拓也)



研究シリーズ

2021

研究シリーズの見方

この研究の属する分野や関連する分野を記載しています。

担当研究者紹介

研究がスタートした経緯、このシーズの概要がわかるようになっています。

6つのカテゴリーを設け、各シーズを分類しています。

本編は研究の内容と、産業応用の可能性の2項目に分けて説明しています。

主要項目の説明を図説しています。

研究者の発明、プログラム、著作物など

研究者の連絡先

01 研究の属する分野や関連する分野を記載しています。

02 担当研究者紹介

03 研究がスタートした経緯、このシーズの概要がわかるようになっています。

04 6つのカテゴリーを設け、各シーズを分類しています。

05 本編は研究の内容と、産業応用の可能性の2項目に分けて説明しています。

06 主要項目の説明を図説しています。

07 研究者の発明、プログラム、著作物など

08 研究者の連絡先

各シーズの内容、肩書、所属等は、編集時点（2020年12月）において、できる限り最新の情報に基づいて掲載しています。

資源をどのように公平に配分するか 信頼される公平な割当メカニズムの構築

異なる好みを持つ人々に対する、公平性を保証する資源配分メカニズムを理論的に考察し、その際の計算量も解析しています。この研究は、論文の査読割当、ライドシェアリングなど、大規模な割当システムに応用可能性があります。

研究背景・目的

近年、AI技術の進歩により、さまざまな意思決定の自動化が可能になりました。例えば、各地で急速に普及が進んでいるライドシェアリングサービスでは、誰でも空き時間を使ってドライバーになり収入を得ることができます。それにともない、意思決定アルゴリズムの公平性・透明性の確保が喫緊の課題となります。前述のライドシェアリングサービスでは、ドライバー間に不公平感のないように適切な顧客割当を行うことで、サービスの信頼性を維持する必要があります。私は、異なる好みを持ちうる人々にどのように公平に資源を配分すればよいかを数論的に研究しています。公平性を保証する資源配分メカニズムを理論的に考え、さらに、この公平性を条件にすると、どれほど計算量がかかるかを理論的に解析しています。

研究内容

資源配分メカニズムの中でもわかっていないことが多いのが、私が研究している「離散量の配分」です。離散量とは、切り分けることができない量のことで、例えば、車やテレビ、貨幣などには、それ以上細かくできない単位があります。切り分けられないものがいくつもあって、それを何人かで公平に配分するケースは、タスク割当、財産配分など、多くの状況で起こり得ます。離散量の場合、完全に公平な妬みのない状態が達成できないことが知られています。しかし、私のこれまでの研究から、タスク割当などの広い文脈で、近似的に公平な状態、すなわち、各々の妬みの度合いをできるだけ小さくするような配分が存在し、効率的に計算できることがわかりました。

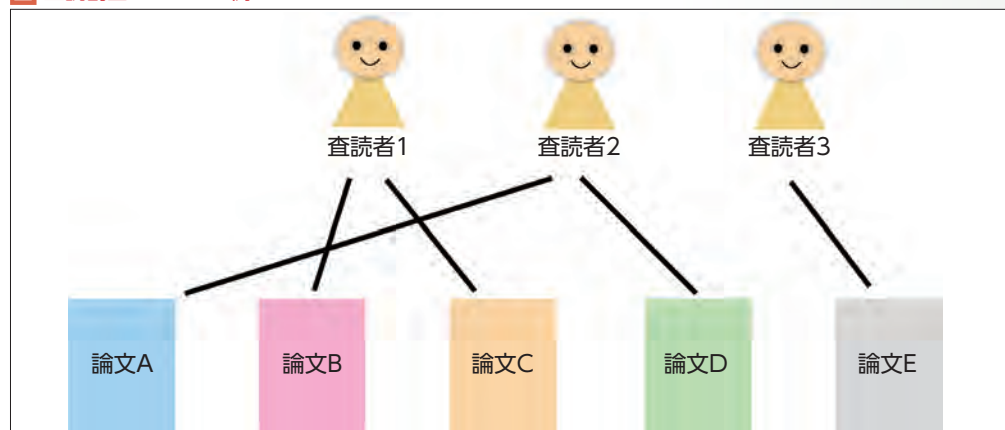
産業応用の可能性

公平な資源配分メカニズムの研究は、論文の査読割当、ライドシェアリングなど、大規模な割当システムに応用可能性があると考えます。しかし、公平性の概念やそれらを満たす解を求めるアルゴリズムは、非専門家にとってわかりづらい場合があります。今後、アルゴリズムの説明可能性にも取り組み、産業応用の可能性を広げたいと考えています。

研究者の
発明

◆ 該当なし

図 査読割当システムの例



情報学プリンシプル研究系
助教

五十嵐 歩美

IGARASHI Ayumi



データの多様性を解析し SNS上の集団行動を推し量る

SNSでの意図せざる炎上やデマ拡散のような集団行動は、従来のキーワード検索などでは解析が困難です。そこで、マイクロクラスタリングという技術を使い、トピック・語彙・コミュニティの多様性解析に取り組んでいます。

研究背景・目的

ツイッターなどのソーシャルメディアでは、参加者が強い意識を持たずとも、集団行動として炎上や中傷、デマ拡散などを引き起こしてしまうことがあります。コンピュータでは、文章の意味理解が難しいため、特定キーワードの検出などで分析が行われていますが、集団行動の様相を推し量ることは未だ困難です。コロナ禍でのトイレ紙購入買い占めのように、デマを打ち消す情報があふれているのに買い占めが起こるなど、キーワードや意味を調べても集団行動は理解できないこともあります。この研究シードは、コミュニティや投稿の傾向を構造的に分析することで、意味理解とは異なる側面からSNS上の集団行動を推し量る技術です。例えば、語彙の多様性から感情的かどうか、トピックの多様性からデマ拡散的かどうかを推測することができます（図1）。

研究内容

マイクロクラスタリングという、細かくて密度の高いクラスタを網羅的に見つける技術を使って、細かいトピックを網羅的に見つけ、それらの数を数えることでデータの多様性を量ります（図2）。投稿からはトピックの多様性、単語からは語彙の多様性、ユーザー情報からはコミュニティの多様性を推し量ることができます。いいね数、リツイート率、バーストの速度などと組み合わせ、多種の現象の片鱗を検知します。従来のクラスタリングはおおまかな分類用に設計されており、多様性解析には効果的ではありません。マイクロクラスタリングは、特許情報や名寄せ、新聞記事、買い物データなどにも適用でき、従来は効果的に行えなかったコミュニティの時系列分析などにも利用できます。

産業応用の可能性

例えば、自社製品の評判について、良い悪いだけでなく、多様性の観点から評判を分析し、ユーザの多様性や利用場面の多様性などを推し量ることができます。また、安定的なクラスタや多様性尺度を用いることで、評判やコミュニティ、トピックの多様性などの時系列の推移を安定的に見ることができます。ヤフコメや5チャンネルなどの掲示板の投稿データであれば、トピックごとに、感情的であるか、情報ソースが多様か、知識や体験を話しているか、ということはある程度ざっくりとした尺度として俯瞰することができます。問い合わせや業務報告のデータをクラスタリングして、トピックを全体的に俯瞰することもできます。



情報学プリンシプル研究系
教授

宇野 毅明

UNO Takeaki



図1 あるトピックに関するツイート数とクラスタ数の推移

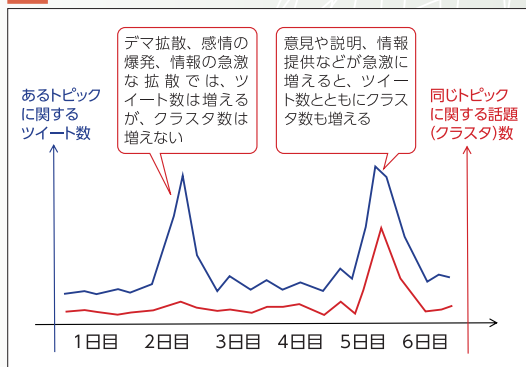
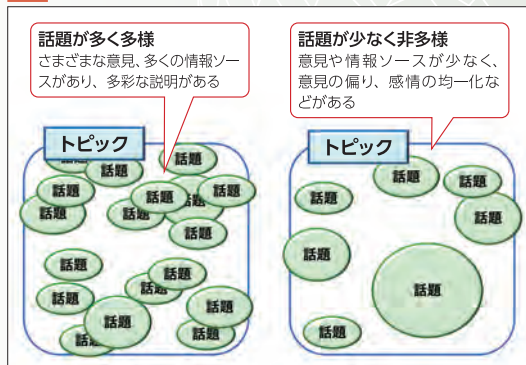


図2 語彙やトピックの多様性からデータを解析する



研究者の
発明

◆ 該当なし

モノを望み通りに動かす技術を支える数理 ネットワークを介した制御の課題解決めざす

私たちの生活は電力ネットワーク、安全運転支援システムなど、さまざまな制御システムに支えられています。ネットワークを介するシステムを効率よく安全に制御するため、数理モデルと数理最適化を用いて多様な角度から検討を行っています。

研究背景・目的

モノを望み通りに動かす技術を制御と言います。つまり制御とは、動的システムの出力が望み通りになるように、計測データを用いて入力を適切に調整する技術のことです。この制御技術の基盤となるのが、数理最適化、線形代数、微分方程式、確率論、グラフ理論などの数学をベースとする制御理論です。現代の私たちの生活は、電力ネットワーク、安全運転支援システムやモノのインターネットなど、さまざまな制御システムに支えられています。こうした大規模で複雑なシステムは、多数の機器をネットワークでつないで情報を集め、制御されています（図）。私は、上記のようなネットワークを介するシステムを効率よく安全に制御するための理論を中心として研究を行っています。

研究内容

ネットワークを介した制御では、初期コストや管理コストが削減され、システム構成の自由度が上がります。このおかげで、大規模で複雑な動的システムの制御が可能になります。一方で、特有の課題もあります。例えば、動的システムを制御するために必要な、通信や計算、電力といったリソースに制限があります。重要な計測データや制御信号を失う可能性のあるパケット損失も問題です。サイバー攻撃に対するセキュリティの問題やプライバシーの問題も考えなければいけません。さらに、ネットワークが大きくなれば、予期しない故障やノイズの影響も大きくなります。こうした課題を解決するために、数理モデルと数理最適化を用いて、いろいろな角度から検討します。

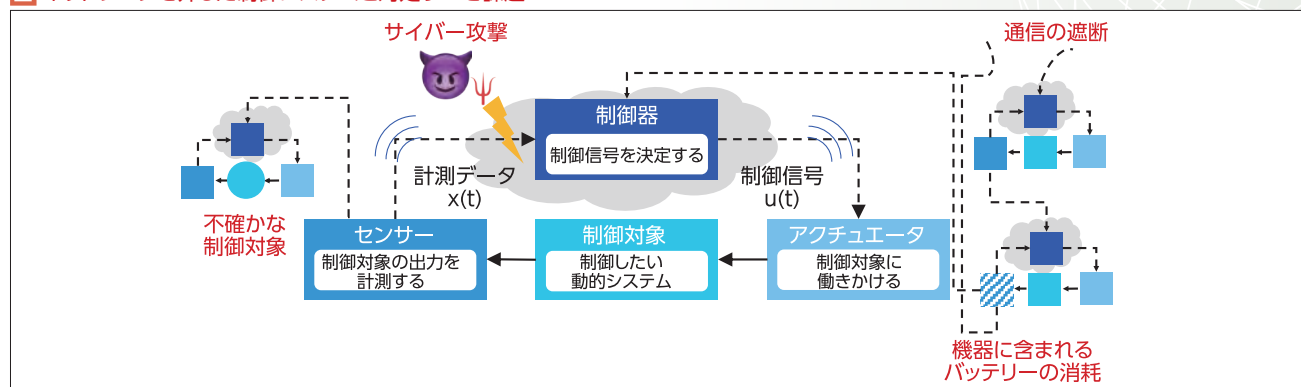
産業応用の可能性

ネットワークを介した遠隔制御技術は、工場内の故障の早期発見やメンテナンス、災害現場や宇宙空間などの危険な場所でのロボットによる作業などに役立てられます。また、ネットワーク内で時々刻々と変化する需要と供給のデータを収集・把握し、システムを安定に制御する技術は、電力や交通などの社会インフラの運用に欠かせません。さらに、自動運転車に代表される物理情報システム（サイバーフィジカルシステム、CPS）は、物理世界と情報世界をネットワークでつないで制御するもので、ネットワークを介した制御が使われています。

研究者の
発明

◆ 該当なし

図 ネットワークを介した制御システムと対処すべき課題



より安心・安全な暗号の設計に向け 回路最小化問題の計算困難性を解析

ウェブページを閲覧する際などに用いられる公開鍵暗号方式は、特定の計算問題の困難性を根拠にしていますが、数学的にはまだ安全性が証明されていません。私は回路最小化問題を用いて計算量を解析し、絶対に安全な暗号の確立に向けた研究を行っています。

研究背景・目的

現代の情報通信社会においては、私たちの通信の秘密を守るために多くの暗号技術が用いられています。例えば、普段ウェブページを閲覧する際には、背後で公開鍵暗号方式と呼ばれる技術が用いられており、解読することが困難であるように暗号化しながら通信が行われています。ただし、実は数学的に安全性が証明されている公開鍵暗号方式は現在のところ存在しません。現状では「大きい桁数の素因数分解をするのに時間がかかる」といった、特定の計算問題の困難性に関する予想に基づいていますが、その予想は証明されていません。私はそのような計算困難性を解析する計算量理論の研究を行っています。

研究内容

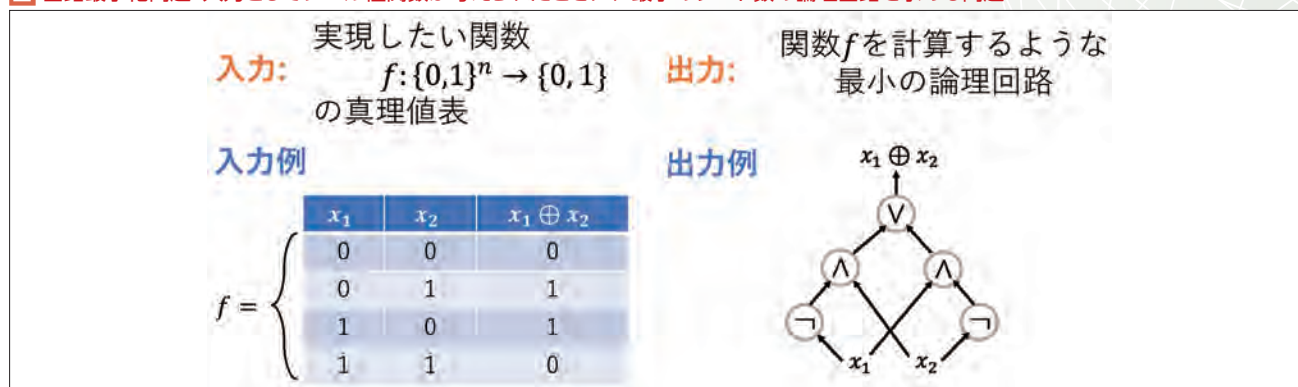
安全な暗号の解析で最も重要となるのは「平均時計算量」を解析することです。例えば、「素因数分解の計算に時間がかかる」という予想に基づいて暗号を構成するとき、「ある合成数を素因数分解することに時間がかかる」（最悪時計算量）だけではなく、「多くの合成数において平均的に素因数分解することに時間がかかる」（平均時計算量）という、より強い仮定を置く必要があります。より安全な暗号を構成するには、最悪時計算量と平均時計算量をつなぐことによって多くの入力における計算問題の難しさを理解する必要があります。私は回路最小化問題と呼ばれる、入力として与えられたブール値関数を計算するような小さい論理回路を求める問題（図）について、最悪時計算量と平均時計算量がほとんど同じであることを示しました。

産業応用の可能性

ビットコインなどのブロックチェーンの技術においては、プルーフ・オブ・ワークと呼ばれる暗号技術を用いることにより安全性を担保していますが、現在使われているようなプルーフ・オブ・ワークが本当に安全かどうかは（「P対NP問題」よりも難しい）未解決問題です。近年の平均時計算量に関する進展により、より安全性がもっともらしいプルーフ・オブ・ワークをつくる可能性があります。

研究者の
発明 ◆該当なし

図 回路最小化問題：入力としてブール値関数が与えられたときに、最小のゲート数の論理回路を求める問題



情報学プリンシプル研究系
助教

平原 秀一

HIRAHARA Shuichi



劣モジュラ最適化の理論を用いて 効率的な機械学習アルゴリズムを設計

教師あり学習における教師データ作成の効率化の手法に、能動学習があります。組合せ最適化の中核的な技術である劣モジュラ最適化を用いて、計算効率と学習性能に優れた能動学習アルゴリズムの設計に取り組んでいます。

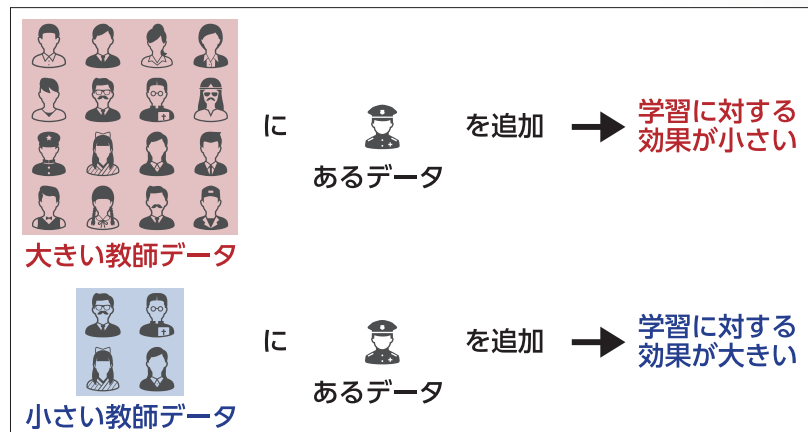
研究背景・目的

教師あり学習とは、教師データから学習を行うことで、未知のデータに対して予測を行う技術です。例えば、疾患のある患者とない患者それぞれの健康診断の結果を教師データとして学習することで、健康診断の結果だけから疾患のある患者を発見できるようになります。しかし、教師データの作成には時間や手間がかかる場合が多いため、できるだけ小さい教師データで効率よく学習を行うことが重要です。そのような場面でよく用いられるのが、教師データを逐次的に作成する能動学習という技術です。能動学習を用いると、学習効率の高いデータを能動的に選ぶことで、小さい教師データでも高い予測性能を達成できます。

研究内容

能動学習アルゴリズムの設計には、劣モジュラ最適化が重要な役割を果たしています。劣モジュラ最適化とは、組合せ最適化の中核的な技術であり、大量のデータから少数の重要なデータを選び出すために用いられます。能動学習では、教師データが大きくなればなるほど、ある一つのデータを教師データに追加することの効果が小さくなります(図)。この性質が劣モジュラ性と呼ばれており、効率的なアルゴリズムの設計に役立ちます。私は、劣モジュラ最適化の理論的知見を用いることで、計算効率と学習性能に優れた能動学習アルゴリズムの設計に取り組んでいます。

図 劣モジュラ性のイメージ。教師データが大きくなるほど、あるデータを教師データに追加することの効果が小さくなる



産業応用の可能性

教師あり学習は社会のさまざまな場面で用いられる一方で、教師データ作成コストの問題に直面しています。例えば、上に述べた疾患の予測の例では、すでに疾患の有無が判明した患者の健康診断結果が教師データとして必要です。しかし、疾患の有無を調べるためには精密検査などが必要な場合もあり、巨大な教師データの作成は容易ではありません。そこで、能動学習を使えば、学習にとって重要な患者だけを教師データに追加することができ、教師データ作成コストを減らせます。他にも、人手による画像分類コストの削減や自然科学研究における実験の効率化に能動学習が用いられており、今後も応用範囲が広がっていくと期待されます。

研究者の
発明

◆ 該当なし



情報学プリンシプル研究系
助教

藤井 海斗

FUJII Kaito



クラウド環境を自動構築・再現性確保 技術者育成や人手不足の解決めざす

クラウドを活用した教育研究環境を誰もがすぐに構築できるよう、ソフトウェアのインストールやネットワーク設定の簡素化をはじめ、基盤技術の研究開発に取り組んでいます。研究成果は、NIIのサービスとして大学・研究機関に提供しています。

研究背景・目的

クラウドを利用することにより、教員や研究者はサーバやストレージなどの計算資源を自ら設置・運用する必要がなくなり、迅速かつ簡単に利用できるようになりました。しかし、これらの計算資源を活用するためには、自らの教育研究に必要なソフトウェアのインストールや、大学・研究機関とクラウドを安全かつ高速に接続するネットワークの設定が必要です。これらの環境構築は依然として高いスキルと時間を要する作業で、多くの教員や研究者にとってクラウドの活用を難しくする障壁となっていました。私たちの研究グループでは、誰もがすぐにクラウドを活用した教育研究環境を構築できるようにするための基盤技術の研究開発に取り組むとともに、研究成果をNIIのサービスとして大学・研究機関に提供する活動を進めています。

研究内容

クラウドの環境構築を容易にするために、ソフトウェアやネットワークの設定が記述されたテンプレートを用いて、自動的に環境を構築するミドルウェアであるVCP (Virtual Cloud Provider) を開発しています (図1)。また、利用するクラウドや環境構築を実施する作業者が異なっても同一の環境を再現して構築するために、LC4RI (Literate Computing for Reproducible Infrastructure) と呼ばれる技術の研究開発を進めています (図2)。LC4RIでは、環境構築に必要なあらゆる手順をJupyter Notebookという形式で文書化し、この文書 (Notebook) を複数の作業員間で共有・改編することを可能としており、VCPのテンプレートもLC4RIを用いて作成されています。

産業応用の可能性

クラウドの環境構築を自動化する技術は、教育研究だけでなく、産業利用のためのクラウド環境構築にもそのまま利用可能です。一般に利用するクラウドによって環境構築のためのインタフェースが異なりますが、VCPでは異なるクラウドに対して統一的なインタフェースで環境を構築することが可能であり、ベンダロックインを解消して異なるクラウドに同じ環境を再現する手段としても期待できます。また、LC4RIにより計算機環境の構築手順を共有することは、例えば熟練技術者が作成したNotebookを若手技術者がお手本として利用するなど、技術者の育成や人手不足の解決にも役立ちます。



アーキテクチャ科学研究系
教授

合田 憲人

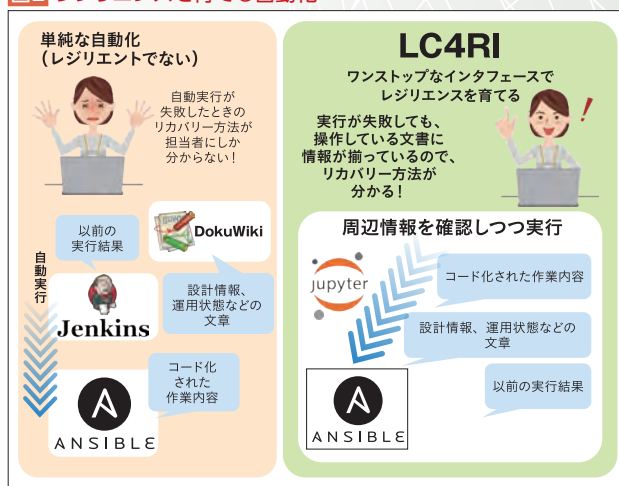
AIDA Kento



図1 VCPを活用した学認クラウドオンデマンド構築サービス



図2 レジリエンスを育てる自動化



研究者の
発明

◆クラウド基盤研究開発センターの成果 (学認クラウドオンデマンド構築サービス 過去のハンズオン教材)

<https://nii-gakunin-cloud.github.io/>

無線資源を最大限に活用できる 次世代モバイルシステムの設計

使用可能な無線資源である周波数はすでに限界を迎えています。さらに急増する膨大なデータ量に対応するべく性能や無線資源の共有技術を向上させることで、よりスムーズなモバイルアクセスが可能な環境設計に取り組んでいます。

研究背景・目的

現在、移動体通信加入者は全世界で60億人を超え、2025年には物と物が直接無線で通信するIoT（Internet of Things）に対応する機器も750億個に達することが予測されており、爆発的なデータ量の増加が予想されています。その一方で、使用可能な無線資源である周波数はすでに限界を迎えており、今後の膨大なデータ通信量に対応しきれない厳しい状況になっています。2020年に開始された5Gにより、伝送速度や大容量化における性能向上が期待できますが、遅延、信頼性、接続の高密度化などに関してはさまざまな研究課題が残っています。この状況で、次世代モバイルネットワークに要求されているのは、多元的な性能要求を高レベルで同時に保証することです。

研究内容

この無線資源が欠如するという問題の解決に向けて、Beyond 5G移動体通信システムや次世代無線アクセスネットワーク（超多数IoT無線ネットワークなど）のための無線周波数などの割り当てや干渉を防ぐ方法を主に研究しています。ランダムに変動する無線通信路や干渉状況をうまく活用し、システム全体の性能・各ユーザの通信品質要求・周波数やエネルギー利用効率など、相反する性能指標を同時に達成できる優れた無線資源の割り当て方法や、クラウドとデバイス双方のアクセスがスムーズになるような環境設計に取り組んでいます。

例えば、広い通信エリアを細分化して高密度にカバーし、それらをクラウドで連携させてコントロールしようとする「fog無線アクセスネットワークFRAN」のための「無線資源割り当て法」や、無線資源の基本要素を複数ユーザが同時に利用できる、非直交多元接続「NOMA」を活用した「FRANのための非直交無線資源割り当て法」を考案しました（図）。

産業応用の可能性

- 次世代モバイルシステムやIoTシステムのための基本的な要素技術
- 応用に向けた無線通信プロトコル設計の方向性
- 無線資源割り当て・干渉制御法の性能の理論的解析の提供

研究者の
発明

- ◆ “Method for transmitting/receiving data in communication system”, US7916688
- ◆ “Apparatus and method for resource allocation considering buffering in relay wireless communication system”, US2008/0205323 他



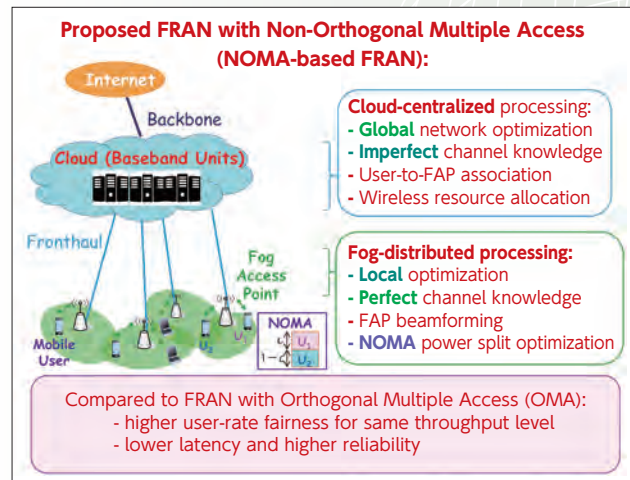
アーキテクチャ科学研究系
准教授

金子 めぐみ

KANEKO Megumi



図 クラウド・fog無線アクセスネットワークのための提案
非直交無線資源割り当て法



研究データの管理・共有へ 共通基盤を産学連携で活用する

国内の学術機関では、研究データを管理・共有するための基盤の整備が全国的に広がりつつあり、NIIでは汎用的な研究データ管理サービスGakuNin RDMを提供しています。研究データ基盤の整備により、全国の学術機関との共同研究が推進される環境を整えます。

研究背景・目的

研究の再現性を高め研究不正を防止し、研究成果を早く出すためのサイクルを効率化するには、論文や特許情報だけでなく、その根拠となる研究データを機関で保存・管理しておく必要があります。また、複雑で分業化している現代の研究課題において、産学がそれぞれの持ち味を活かした共同研究を行うことは必要不可欠です。現在、国内の学術機関では研究データを管理・共有するための基盤の整備が全国的に広がりつつあり、NIIでは汎用的な研究データ管理サービスGakuNin RDMを提供しています。全国の学術機関とすぐに共同研究を開始できる研究データ基盤を整備することで、国内の研究力を高めていくことが目的です。

研究内容

GakuNin RDMは、NIIの研究データ基盤NII Research Data Cloud (NII RDC)の検索・公開・管理の3基盤のうち、データ管理を担う基盤で、研究公正と研究推進の両観点から、研究データ管理に必要な機能を搭載したウェブアプリケーションです(図1)。研究者はいつでもどこでも、GakuNin RDMにアクセスし研究データを保存・管理することができ、共同研究者とデータの共有も容易にできます。研究ツールと連動もでき研究活動を支援します。私たちは、全国の学術機関の要件を満たす汎用的なデータ管理基盤を開発し、全国の学術機関にサービスを提供しています(図2)。

産業応用の可能性

GakuNin RDMサービスを利用することで、研究者はさまざまな外部クラウドサービスと連動させながら、日々の研究活動から産出されるデータを低コストで管理することができます。保存したファイルは、操作履歴が第三者機関のタイムスタンプとともに刻明に記録されていき研究証跡が残ります。これにより、研究不正を抑止するとともに、正しい研究者の主張を守る証拠としても活用できます。GakuNin RDMは、全国の学術機関で利用されているサービスのため、産学連携の共同研究ですぐにデータ管理や共有を開始できます。

研究者の
発明

◆ GakuNin RDMはオープンソースソフトウェアとしても提供しており、ソースコードは下記のGitHub上で配布。
<https://github.com/RCOSDP>



コンテンツ科学研究系
助教

込山 悠介

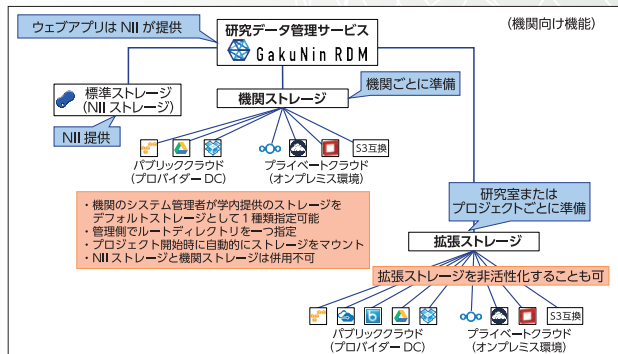
KOMIYAMA Yusuke



図1 研究データ管理サービスGakuNin RDMの機能概要



図2 学術機関の事情に合わせた構成が可能なGakuNin RDMのストレージ



安全かつ効率的にデータを収集・蓄積・解析 データ駆動型の研究開発促進を支援する

安全かつ効率的なIoTデータの収集・蓄積・解析を支援するソフトウェア SINETStreamの開発を進めています。各分野の研究者と協力してIoTシステムに必要な機能の開発、提供を行うとともに、IoT研究開発を支援する活動も進めています。

研究背景・目的

生産性の向上や社会システムの効率化、新たな技術やサービスの創出を行う超スマート社会 Society 5.0の実現に向けて、IoTを活用して各種センサーデータの高度な解析を行うデータ駆動型研究開発の必要性が高まっています。NIIでは、安全なIoTシステムの構築を支援するため、大学やクラウドの計算機からセンサー端末が接続されたモバイル環境まで、仮想的な専用回線(VPN)を用いて閉域網を構築する実証実験環境、「SINET 広域データ収集基盤」(通称「モバイルSINET」)を運用しています。しかし効率のよいIoTシステムを構築するのは非常に困難で、特に医療情報のような秘匿情報を扱う場合には、VPNだけでは安全性が担保できません。私たちは、安全かつ効率的なIoTデータの収集・蓄積・解析を支援するソフトウェア SINETStreamを開発しています。

研究内容

IoTシステムの構築を容易にするために、SINETStreamでは簡易なAPIと安全かつ効率のよいシステム構築に必要な機能を提供しています。IoTシステムは、大量のセンサーデータを確実に収集する仕組みであるメッセージブローカーを利用しますが、既存のブローカーソフトウェアやクラウドIoTサービスは性能特性や運用コストが異なるため、初期段階で適切なブローカーを選択するのは困難です。SINETStreamのAPIを利用すれば、開発するプログラムを改変することなくさまざまなブローカーの利用が可能です。また、センサー端末の認証・認可、データの暗号化、性能チューニング支援機能も提供し、安全かつ効率的なシステムの構築を支援します。各分野の研究者と協力してIoTシステムに必要な機能の開発、提供を行うとともに、モバイルSINETでのSINETStreamを用いたシステム構築事例を広める活動も進めています。

産業応用の可能性

SINETStreamはオープンソースソフトウェアであり、商用インターネット環境でどなたでも利用することができます。VPNだけでは情報漏洩やサイバー攻撃などのリスクを回避するには不十分であり、SINETStreamで安全なIoTシステムの構築を支援します。また、今後5G/6G技術により、性能バランスやサービス需要が大幅に変わることを考慮すると、SINETStreamのプログラム可搬性や性能チューニング支援機能も開発コストの削減に役立ちます。



アーキテクチャ科学研究系
准教授

竹房 あつ子

TAKEFUSA Atsuko



図1 SINET 広域データ収集基盤 (通称「モバイルSINET」)



図2 SINETStreamを用いたオンラインビデオ解析実験



(参考) YOLO v3: <https://pjreddie.com/darknet/yolo/>, OpenPose: <https://github.com/CMU-Perceptual-Computing-Lab/openpose>

研究者の
発明

- ◆ SINETStreamはオープンソースソフトウェアとして公開 <https://www.sinetstream.net/>
- ◆ “SINET 広域データ収集基盤を用いたオンラインビデオ処理実証実験”, 竹房, 孫, 藤原, 長久, 吉田, 政谷, 合田, 情報処理学会論文誌デジタルプラクティス, 1(1), 45-57, 2020年10月. <http://id.nii.ac.jp/1001/00207284/>

「形式手法」をものづくりへ 高品質・高効率な製品開発に向けて

従来ソフトウェア開発に用いられてきた形式手法を工業製品の開発に適用するには理論拡張が必要です。私たちは形式手法の拡張過程を、抽象数学を駆使して解析し高次の理論を構築。さらには産業界の実問題に対応する具体化をめざします。

研究背景・目的

今日、製造業においては高度な情報処理技術を用いた自動化とソフトウェア支援により、設計から生産までの製造工程のあり方を根本的に変える取り組みが進んでいます。この背景を踏まえ、従来、ソフトウェア開発に用いられてきた「形式手法」と呼ばれる数学的手法を工業製品の開発に適用し、製品の信頼性や開発効率を画期的に向上させることは、それらが計算機制御され、その機能・複雑さ・社会的責任を増している今日、学術的・産業的に非常に重要なトレンドとなっています。本研究では、JST ERATO「蓮尾メタ数理システムデザインプロジェクト」を通して先進的形式手法の研究、さらに産業界の実問題に対する応用・実装を進め、形式手法の効果実証、実用化をめざすことを目的としています。

研究内容

形式手法を自動車制御などの物理情報システムに適用するためには、従来、コンピュータでの計算を前提として扱ってきた「離散的要素」と物理系の連続ダイナミクスや確率・時間などの「連続的要素」の両方を包含するような理論拡張が必要となります（図1）。私たちは独自のアプローチとして、形式手法の拡張過程そのものを「論理学」「圏論」といった抽象数学を駆使して解析、高次（メタレベル）の理論を構築し形式手法の諸技法を一挙に拡張します（図2）。一方、応用面では、これらの理論研究の成果を制御理論、最適化理論を用いて具体化、また機械学習などの実践的ソフトウェア工学手法を活用して実用化をめざします。

産業応用の可能性

この研究では産業応用志向が一つの特徴です。具体的な方向性として二つのアプローチで進めています。一つ目のアプローチでは国内外の企業と協働し、実際の製品設計プロセスに対し形式手法の支援を行います。ここでは現状の開発プロセスに適用することで、具体的・実践的な形式手法の適用実現とその効果を実証します。二つ目のアプローチは、将来の製品設計プロセスにおける形式手法の果たす役割を追求します。ここでは、ソフトウェアを中心とした先駆的な製品設計プロセスを実践するカナダのウォータールー大学の自動運転車プロジェクトをテストベッドとして形式手法の産業応用について先駆的研究を行います。



アーキテクチャ科学研究系
准教授
システム設計
数理国際研究センター長

蓮尾 一郎

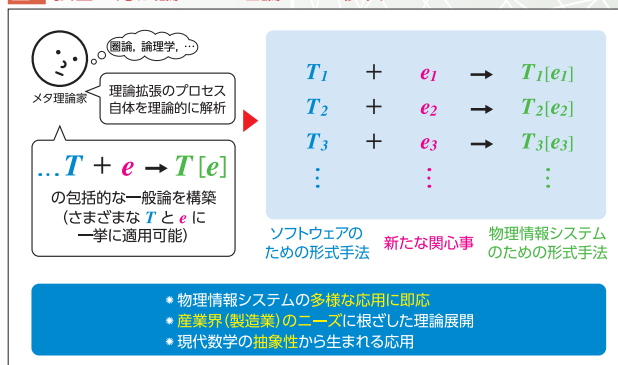
HASUO Ichiro



図1 形式手法の拡張：ソフトウェアから物理情報システムへ



図2 独自の方法論：メタ理論による移転



研究者の
発明

◆特許第5843230号：ハイブリッドシステムの検証方法、および検証装置

機械学習の過程や結果を見える化し 安全性分析や開発プロセスに生かす

これまでブラックボックスだった深層学習などの機械学習の学習結果やその過程を「見える化」し、機械学習応用システムの安全性分析や開発プロセスを提案します。これをテストや検証に活用し、学習のノウハウや知識を継承できるようにします。

研究背景・目的

IoTやセンサーの発展によるビッグデータの広がり、深層学習をはじめとする機械学習技術の発展、ライブラリーの整備により、今やさまざまな製品・サービスに機械学習があたり前のように使われるようになっています。しかし、機械学習は、データから自動的に最適な振る舞いを見つけ出すため、システムがどのような振る舞いになるか開発者は予想できないため、その品質を保証することやどこまでシステムの要求として設定してよいか分からないという機械学習特有の課題が生じます。特に深層学習は、自動的に入力データの特徴を把握し、推論するため、開発者は機械がどのような特徴を捉えているのかがわからず、その処理はブラックボックスであると言われてきました。さらに、学習した推論の精度は、通常全体平均しか測定できておらず、特定の状況による推論の間違いが大きな事故につながる可能性があっても、その状況の精度のみ高くするなど細かな精度の調整ができませんでした。加えて、特定の状況でうまく学習できても、それをほかの状況に活用するのが難しく、効率の良い学習のさせかたをチームや組織を超えて再利用させることが困難でした。

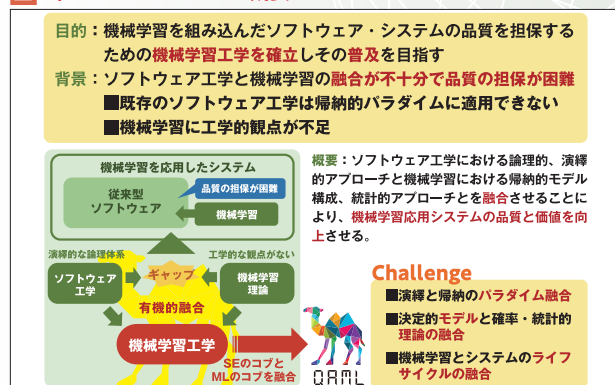
研究内容

この研究では、ブラックボックスであった深層学習をはじめとする機械学習の学習結果やその学習過程を「見える化」して、機械学習を含むシステム（機械学習応用システム）全体の振る舞いの安全性を分析したり、適切な要求を開発／運用プロセスを通して抽出したりする方法を提案しています。これにより、これまで難しかった機械学習応用システムのテストや検証に生かすとともに、学習プロセスや結果のノウハウや知識を継承できるようにします。この研究開発は、高信頼な機械学習応用システムの実現するプロジェクト（QAML: Quality assurance of Machine Learning-based Systems）を中心に産学で連携して推進しています（図）。

産業応用の可能性

今や機械学習は、ツールやフレームワークが整備され、さまざまな製品、サービスに組み込まれています。機械学習応用システムを製品やサービスとしてリリースしてメンテナンスしていくには、その要求を適切に抽出し、それに合わせて品質を担保するのが、機械学習の産業応用の緊急の課題となっています。特に自動運転や医療、金融など人の生命や社会インフラを支えるソフトウェアに機械学習を活用することが求められており、その品質保証技術は重要な役割を持っています。

図 QAML プロジェクトの概要

研究者の
発明

◆該当なし

クラウド(crowd)とともに 社会課題の解決を図る

社会状況の効率的把握のために、市民参加によるクラウドセンシングの方法論を提案しています。スマホアプリでの行動ログ収集の方法論やシステム、移動ログの解析処理などは、観光動態分析やスマートシティの取り組みでも使われています。

研究背景・目的

社会課題の解決への情報技術の貢献がますます求められてきています。これまで培われてきた統計学や機械学習などの情報処理技術を活用するためには、社会のさまざまな活動、例えば人や自動車、モノの動きや、人々の興味関心やできごと（コト）など、有形無形を問わず多様な動きや状態をとらえ、それらに技術を適用できるようにする必要があります。これら物理世界からの情報獲得とサイバー空間での分析・活用により、社会課題の解決につながる作用を物理世界にもたらすサイバーフィジカルシステム（CPS）の実現においては、いかに効率的に社会活動を反映する情報を獲得し機械処理可能な形にするかが、クリティカルなポイントとなっています。

研究内容

社会状況の把握を効率的に実現するために、私はクラウドソーシングを用いた方法論を提案しています。クラウドソーシングは、多くの民衆（クラウド、crowd）の協力を得て、情報の収集や個別の問題解決を実現する考え方で、これを用いたデータ収集という意味で、ここではクラウドセンシングと呼んでいます。具体的には、利用者にとって有用なスマートフォンアプリを開発・提供し、市民の参加・使用を通じて、道路の交通状況や路面状態などのデータを収集したり、公共交通の運行状況を簡便に共有したりできる取り組みをしてきました（図1）。また、それらで収集した行動ログから得られる移動軌跡（トラジェクトリ）の分析法とそのシステムの提案などを行っています。

産業応用の可能性

スマートフォンアプリ（街歩き、観光周遊、ドライブレコーダー、バスロケーションなど）での行動ログ収集の方法論やシステム、また、収集した移動ログの解析処理やそれらに基づく動態分析などの取り組みは、従来のマクロ行動分析ではとらえきれない社会実態の把握に有用であると考えます。実際に、観光庁や自治体などによる観光動態分析や、スマートシティの取り組みなどで活用されています。



コンテンツ科学研究系
准教授

相原 健郎

AIHARA Kenro



図 クラウドセンシングと収集データの活用



研究者の
発明

- ◆特開2018-169494：発話意図推定装置および発話意図推定方法
- ◆特開2018-156444：移動体位置測位システム
- ◆特許第6347383号：クーポンシステム
- ◆特許第6253022号：適応的測位間隔設定システム、適応的測位間隔設定方法、行動モデル計算装置、及び行動モデル計算プログラム

改ざん領域を特定し判断根拠示す フェイクメディアの自動検知技術

AIによるフェイクメディアの生成技術は日々進化しており、真贋判定が重要課題です。私たちは、対象とするメディアの真贋を判定するだけでなく、改ざんされている部分や領域を特定し、判断根拠を示すことができる技術を開発しています。

研究背景・目的

AIの進展により、人間由来のデータを大量にAIに学習させることで、本物と見紛う映像、声、文章といった「フェイクメディア」の大量生成が技術的に可能となりました。フェイクメディアによる詐欺や詐称、情報操作が現実の脅威となっており、フェイクメディアであるか否かの真贋判定の必要性が高まっています。

しかし、AIによるフェイクメディアの生成技術は日々進化しており、多様な手法が存在します。その対象もさまざまであり、映像中に含まれる個人の顔や表情、声に含まれる個人性もしくは発話内容、新聞記事や口コミなどもAIで自動生成することが可能です。このように多種多様で、日々進化するフェイクメディアに対して、頑健に真贋判定を行うことが重要な課題です。

研究内容

私たちは、画像、映像、音声、自然言語を対象としたAIによる生成技術を有しており、この技術を活用したフェイクメディアの検出技術を研究開発しています。検出方法は、人間による分析などを一切必要としない、大量のデータに基づく自動識別手法です。それゆえ、圧縮やダウンコンバージョンなどのメディア処理が施されていても、一定の信頼度をもって真贋判定を行うことが可能です。

私たちのフェイクメディア検出技術を用いると、対象とするメディアの真贋判定処理の他に、当該メディアがフェイクであれば、どの部分や領域が改ざんされているのか特定することが可能です。フェイクであると判断した根拠を示す技術であり、フェイクメディアの流通が増加してくると考えられる今後、欠かせない技術になると考えられます。



情報社会相関研究系
教授

越前 功

ECHIZEN Isao



コンテンツ科学研究系
教授

山岸 順一

YAMAGISHI Junichi



産業応用の可能性

この技術は、SNSやポータルサイトなどに投稿される映像の自動真贋判定、報道に取り上げる映像の信頼性判定などに利用可能であると想定されます。私たちの技術を検証するためのAIaaSサーバも近日公開予定です。

図 改ざんされた領域を特定し表示するフェイクメディア検出技術。
白く塗られている領域が、
改ざんされていると判断されている領域である



研究者の
発明

◆ 該当なし

研究用データセットの有効活用へ データを核とした産学連携を橋渡し

NIIのデータセット共同利用研究開発センターでは、大規模リアルデータの共同利用の推進により、民間企業等と研究者の間を橋渡ししています。知の循環を支援して、データを核とした産学連携の自律的発展を可能とするエコシステムの構築をめざします。

研究背景・目的

近年、情報学やその関連研究分野では、テキスト、音声、画像、映像、センサーデータなどのインターネットを通じて集積された大規模なリアルデータが、必須の研究資源となっています。しかし、多くの場合は大学等の研究者が個別にこのようなデータを取得することは困難であり、これが研究の深化や拡大の障害となっています。一方、民間企業等では、業務の中で生成された大量のデータを十分に活用できていないという課題があります。そこでNIIのデータセット共同利用研究開発センターでは、このような民間企業等と研究者の間を橋渡しして、データセットの共同利用を推進することによりこれらの問題を解消するとともに、データを核とした産学連携の自律的発展を可能とするエコシステムの構築をめざしています（図）。

研究内容

大規模リアルデータには著作権や個人情報保護等に加えて、企業の経営的な観点からの制約もあります。そこで本センターの「情報学研究データリポジトリ」(IDR) 事業では、データ保有者が安心して研究者にデータを提供できるよう、研究利用上のルールや利用契約、利用者管理などの共同利用の枠組みを整備するとともに、運用上もデータ提供者と利用者を仲介する窓口機能を果たしています。

また、データ提供者と利用者の双方がメリットを感じられるよう、データへのDOIの付与や研究成果の収集とフィードバックのためのシステム整備などを行うとともに、関係者が一堂に会するIDRユーザーフォーラムを毎年開催し、リアルな課題や研究成果などを共有する場を設けるといった、コミュニティの形成と発展のための活動を行っています（写真）。

産業応用の可能性

民間企業が保有しているデータを提供いただき、学术界で広く研究に利用してもらうことで、自社内では気づかなかったデータの活用や新たな技術開発に加えて、社会貢献や人材養成なども期待できます。また、IDRユーザーフォーラムでの企業セッションへの参加やイベントの企画、評価型ワークショップNTCIRのタスク提案・運営など、研究コミュニティの中に自ら参画することもできます。IDRでは今後さらに、データ提供者と利用者による共同研究のためのマッチングの場を提供するなど、産学連携に根ざした共同利用の深化に取り組んでいきます。



コンテンツ科学研究系
教授
データセット共同利用研究
開発センター長

大山 敬三

OYAMA Keizo



図 IDRを介した産業界と大学等の研究コミュニティのイメージ

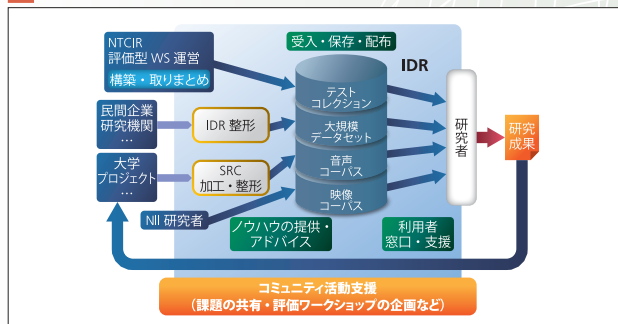


写真 データの提供者と利用者が、直接意見交換することができる
IDRユーザーフォーラム



研究者の
発見

◆該当なし

光をデザインして物体の中を見る 非接触・非侵襲のイメージング技術

光源のパターンとカメラを組み合わせた撮像技術により、物体の組成情報や光の伝搬等の物理的特性を解明する技術を研究しています。本イメージング技術は、病理診断に加え、さまざまな分野の計測分析にも利用できます。

研究背景・目的

私たちが普段見ている光は、大変たくさんの情報を含んでいます。光は、現実世界の物体に作用し、反射、屈折、吸収、散乱などの光学的過程を繰り返しながら伝搬します。例えば、散乱体を多く含むような生体組織の顕微鏡観察において、光は散乱粒子に繰り返しぶつかり、そのたびに吸収と散乱を繰り返します。その場合、透過光と散乱光の重ね合わさった情報が観測され、散乱の影響により不鮮明になってしまいます。従って、透過光と散乱光を分離できるならば、染色を行わずに、吸収スペクトルなどの組成情報を正しく計測できるようになります。また、物体内の光の伝搬の様子を画像としてとらえることができれば、物体内部の光が作用している物理的特性などを推定することができ、実世界を理解することに役立ちます。

研究内容

光源のパターンとカメラを組み合わせた撮像技術により、物体の組成情報や光の伝搬等の物理的特性を解明する技術を研究しています。照明とカメラの焦点位置を調整した顕微鏡において、投影した高周波照明の明暗の差異による観測光の変化に注目し、厚みのある試料の全ての深さの光が重ね合わさった観測から、透過光と散乱光を分離することが可能になります。さらに、空間的に高周波な照明パターンのサイズと散乱角度の関係性を導き、空間位置ごとの散乱角度特性を抽出することができる仕組みです（図1）。散乱特性は、がん検出などにも有効であると近年注目されており、本研究の病理診断への応用が期待されています。また、通常の可視光源とカメラを用いて、物体表層内の光の拡散や散乱による伝搬過程の可視化も可能にします。物体内の光の伝搬距離に着目し、ある半径のリングライト下と、それより少し大きい半径のリングライト下の画像同士の差分は、光の伝搬距離がある距離区間に限定された画像になることを示しました（図2）。

産業応用の可能性

生体組織の構造や機能の解析が非常に期待されていますが、複雑な構造で複雑な内部散乱を生じることから、観測光成分を詳細に分離することは容易ではありません。本イメージング技術は、染色不要なことから生細胞へのダメージを回避できる病理診断や、物品検査等さまざまな分野の計測分析にも汎用でき、光の伝搬過程や色の復元も可能にします。



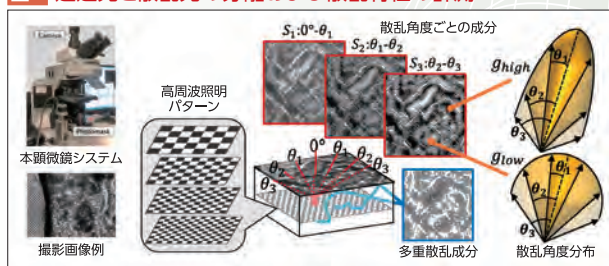
コンテンツ科学研究系
教授

佐藤 いまり

SATO Imari

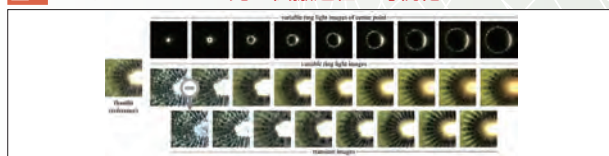


図1 透過光と散乱光の分離および散乱特性の計測



本顕微鏡システムおよび撮影画像例を示す（左）。サイズの異なる空間的に高周波な照明パターンを利用することで、空間位置ごとの散乱角度分布例（右）を抽出でき、従来計測が難しかった詳細な生体組織の散乱特性の3次元イメージングが可能になる（中央）。

図2 リングライトによる光の伝搬過程の可視化



リングライトによる光の伝搬過程の可視化（クワイ）。クワイ断面を通常照明で投影した画像（左）、リングライト照射の様子（上段）、クワイ断面に上段の各半径のリングライトを照射し、内部を可視化した画像（中段）、光の伝搬距離ごとに分けられた画像列（下段）。

研究者の
発明

- ◆ 特許第4982844号、他（保有特許はp.32参照）
- ◆ PCT/JP2018/031302：試料観察方法、試料観察装置、及び顕微鏡
- ◆ 特開2019-191175：イメージング装置及び方法

言語理解システムの長所や短所を明確にし 説明性・信頼性の高いタスクを設計する

昨今の機械学習システムは表面的なパターンの学習・記憶が非常に得意なため、評価内容・信頼性の担保が非常に困難です。そこで、言葉の理解を評価するうえで説明性の高いタスクデザイン・データセットの構築に取り組んでいます。

研究背景・目的

自然言語処理という、人間の言葉をコンピュータで処理する技術の研究をしています。この分野の大きな目標の一つは、人間のように文章を理解するシステムを作ることです。一時期の人工知能ブームでは人間の知能を超えるようなシステムが現れるのではないかと話題になりましたが、実際はそのような領域はまだ限定的です。システムの性能に誤解があると、社会で応用するとき大きな問題が起こるかもしれないため、研究・開発にあたっては誇張のない正確な性能を確認する必要があります。そのためには言葉の理解をどのような観点で評価し、どのように信頼性のある評価結果を得るか、ということを考えなければなりません。

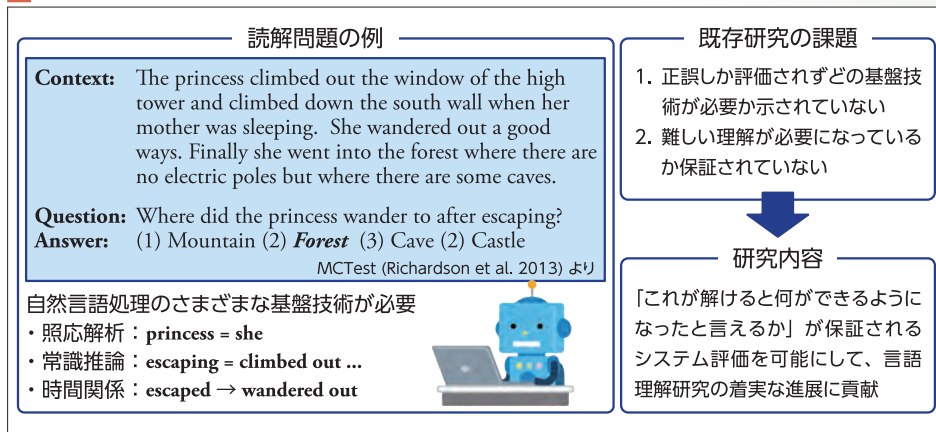
研究内容

言語理解システムを対象として、正答するためにどのような理解が要求されているのかが正確に説明できるような文章読解データセットの構築をめざしています。既存の評価データでは、システムが文章を正確に理解しないでも正答できてしまうような質問が多数存在し、仮に性能がよくても人間らしい高度な理解を示しているか疑わしいような例が多数ありました。昨今の機械学習システムは人間が気づかないような表面的なパターンを学習・記憶するのが非常に得意なため、評価内容と信頼性を担保するのが非常に困難です。言葉の理解を評価するうえで説明性の高いタスクデザイン・データセットの構築に、中心的に取り組んでいます（図）。

産業応用の可能性

言語理解という複雑な過程について説明性・信頼性の高いタスクを設計するというアプローチは、直接的にはファクトチェックや質問応答システム、さらには自然言語をインタフェースとするさまざまな技術（対話システム、機械翻訳、ロボティクスなど）の評価設計で重要です。知的エージェントを評価する枠組みとしてソフトウェアの単体テストのような方法論を与えることも狙いとしており、幅広い応用技術に貢献する可能性を持ちます。また、教育分野でオンライン化・効率化が望まれる現状の社会情勢では、文章読解力を含めたさまざまな学習項目について、学習者の成績に合わせたテスト・評価指標を自動的に設計することに貢献できると考えます。

図 読解問題の例と研究目標



コンテンツ科学研究系
助教

菅原 朔

SUGAWARA Saku



研究者の
発明

◆ 該当なし

映像・センサーデータの解析による 社会基盤のモニタリングシステム

橋梁に設置した監視カメラおよびセンサーで得られるデータから橋梁上を通過する車両を検出し、その諸元と重量を推定する技術を開発しました。ここで使われる映像・センサーデータ解析技術は他の社会基盤のモニタリングにも応用できます。

研究背景・目的

日本では、高度経済成長期に構築された社会基盤の老朽化が進んでおり、それらの社会基盤を効率的に維持管理することが求められています。例えば、日本には70万本もの道路橋がありますが、築50年を経過した橋梁が増えており、低コストで損傷などを見つける必要があります。対象構造物の健全度をはかるモニタリングは、従来、人の手によって行われてきましたが、社会基盤を構成する大量の構造物のモニタリングには、センサーや監視カメラなどの計測機器を用いて集められたモニタリングデータの収集・分析を行うシステムが必要になります。また、情報処理技術を活用した社会基盤のモニタリングは、情報学と土木工学に跨がる技術で、両分野の専門家の協業を促進するプラットフォームも重要になります。

研究内容

私たちは、橋梁に設置された監視カメラおよびセンサーより得られるデータから橋梁上を通過する車両を検出し、その諸元と重量を推定する技術（図1）を開発しました。映像データから通過車両の速度や車軸数などの諸元を求め、センサーデータ解析用ニューラルネットワークの学習に必要な大量訓練データを自動的に獲得し、センサーデータから車両重量などの諸元を推定します。

また、映像・センサーデータを収集・蓄積するとともに、そのデータの解析に用いるソフトウェアツールを共有することで、専門家の分析を支援する社会基盤モニタリングプラットフォーム（図2）を開発しました。

産業応用の可能性

私たちが開発した車両検出技術は橋梁にかかる負荷を計測し、その維持管理に役立てるものですが、そこで使われている映像・センサーデータ解析技術は、その他の社会基盤のモニタリングにも応用できる基本技術となっています。また、複数の橋梁で計測したデータを統合することで道路網における交通状況のモニタリングに活用することも考えられます。社会基盤モニタリングプラットフォームはデータの収集・管理に加えて、Jupyter Notebookを用いて分析過程を記録することもでき、分析ノウハウの共有にも役立ちます。



コンテンツ科学研究系
教授

高須 淳宏

TAKASU Atsuhiko



図1 映像・センサー解析による車両検出

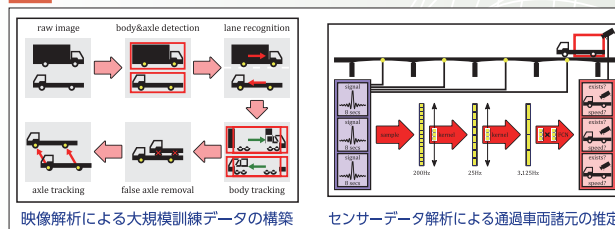
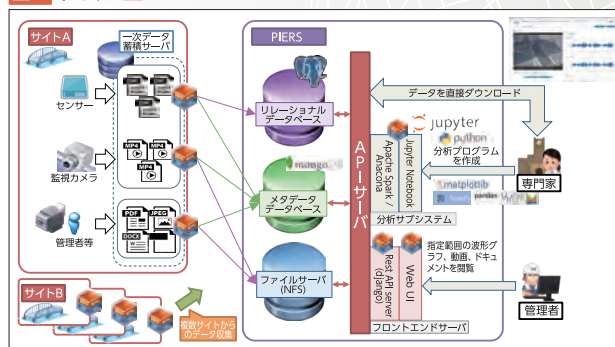


図2 社会基盤モニタリングプラットフォーム



研究者の
発明

◆ Takaya Kawakatsu, Kenro Aihara, Atsuhiko Takasu, Jun Adachi.
“Deep Sensing Approach to Single-Sensor Vehicle Weighing System on Bridges”
IEEE Sensors Journal, Vol. 19, No.1,
pp. 243–256, 2019.
DOI: 10.1109/JSEN.2018.2872839

人間の知的活動を支援する 言語インタフェース技術

人間とコンピュータが言語テキストを介して情報をやりとりするための対話システムの研究などを行っています。コンピュータによるテキストの意味解析と人の言語活動のモデル化、および両者をつなぐ手法の開発にも取り組んでいます。

研究背景・目的

言語は人間の知的な活動の基盤であり、コンピュータによる言語処理は、知能システムを実現するうえで欠かせない構成要素となっています。言語処理により人間の情報収集・発信や意思決定を支援するためには、単にコンピュータでテキストの意味を解析するだけではなく、テキストの読み手・書き手である人間が、どのように言語を処理しているかを想定して、システムを設計する必要があります。本研究では、コーパス分析、タスク設計、機械学習モデルの構築などを用いて、コンピュータによるテキストの意味解析と人の言語活動のモデル化、および両者をつなぐ手法の開発に取り組んでいます。

研究内容

最近のトピックとして、人間とコンピュータが言語テキストを介して情報をやりとりするための対話システムの研究を紹介します。

対話者同士が共通の理解モデルを構築する「基盤化」の仕組みを解明するために、対話タスクの設計、データ収集、言語アノテーションに取り組んでいます。また、対話システムのための視覚言語融合モデル（図）や、対話中のニュアンス表現や時間表現の理解モジュールの構築などに取り組み、人間の質問に答えたり、人間と対話してタスクを遂行したりするシステムの実現をめざしています。さらに、対話システムの開発を効率的に行うため、対話システムの目的に応じてカスタマイズ可能な応答文の自動評価手法の研究なども行っています。

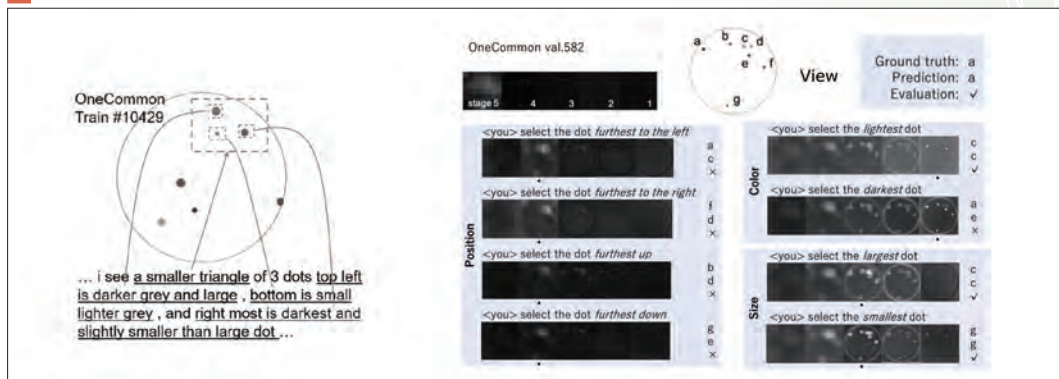
産業応用の可能性

人間とコンピュータがやりとりするためのインタフェース技術は、今後、多くの場面での活用が期待されます。他のトピックとして、大量の文書を解析してユーザの質問に答える質問応答、文書のレイアウトや論理構造の解析、テキストの意味解析や知識獲得、文生成と評価などの研究開発にも取り組んでいます。また論文を中心とする文書解析については、PDF解析、知識グラフ構築、情報推薦まで、多くの実践的なスキルを有します。さらに、タスク設計におけるバイアスの問題、アノテーションの確信度のモデル化、出力結果の説明性など、AI信頼性にかかわる研究も行っています。

研究者の
発見

◆研究リソースについては以下で公開しています。
<http://www-al.nii.ac.jp/ja/resources/>

図 視覚特徴と言語表現の対応付け（対話によるオブジェクト選択タスク）



人間の知識を利用する AI

多様な情報から知識グラフを自動構築

人工知能では、人間が持っている知識をうまく活用する必要があります。テキスト、表、半構造データ、データベースなどから、知識グラフと呼ばれる、人工知能システムで広く使われている形式の知識を、自動的に生成する技術を研究しています。

研究背景・目的

人工知能（AI）で使われるシステムには、人間が持っているような知識が必要となります。例えば、「日本で2番目に人口の多い都市は？」という質問に答えるためには、各都市の人口を知識として持っていなければなりません。また、このような知識があれば、売り上げデータに基づき、次の出店に適した場所を機械学習を使って探す際に、都市の人口データを入れることができ、より精密な意思決定ができます。このように知識は重要な役割を果たすため、テキスト、表、半構造データ、データベースなどから、人工知能システムで広く使われている知識グラフと呼ばれる形式の知識を自動的に生成する技術を研究しています。

研究内容

・オントロジーマッピング技術

知識のリソースとして、Open Linked Dataや表形式のデータなどのさまざまな半構造データを入手することができます。これらの異なる種類のデータの対応関係を取り、知識グラフに統合するためのオントロジーマッピング技術を研究しています。

・テキストからの知識グラフ生成技術

人間の持つ知識を書いたものとして、さまざまなテキスト文書があります。テキスト文書から知識を抽出し、知識グラフを生成する技術を研究しています（図）。

・知識グラフ補完技術

既存の知識グラフの中には、知識が欠損している部分が存在することがあります。そのような知識を自動的に補完する技術を研究しています。

産業応用の可能性

●チャットボット、質疑応答、検索システム

人間の問い合わせに答える際に、必要な知識を構造化した知識グラフを持つことで、的確な応対ができるようになります。

●ナレッジの構造化

技術文書、規約、マニュアル、データベースなど、さまざまなデータを知識グラフとして構造化することにより、既存の知識を整理し、製品検査、技術伝承などに利用することができます。

●意思決定支援システム

さまざまなデータを統合した知識グラフを背景知識として利用することにより、機械学習システムの精度を向上させたり、判断の可読性を向上させたりすることができるため、高度な意思決定に用いることができます。

図 統合知識管理基盤 UWKGM：
知識グラフの構築・管理のためのウェブアプリケーション



研究者の
発見

◆特許第4734559号：時系列データ分析装置および時系列データ分析プログラム



情報学プリンシプル研究系
准教授

市瀬 龍太郎

ICHISE Ryutaro



COVID-19診断支援AIの開発に向けたICTプラットフォームの構築をめざす

COVID-19の感染拡大により、迅速で正確な診断へのICTの貢献が期待されています。AI診断支援技術の研究開発に取り組むとともに、医療画像や診療情報などを全国の病院から一元的に蓄積・活用するプラットフォーム作りをめざしています。

研究背景・目的

医療ビッグデータ研究センター（RCMB）は4年間の日本医療研究開発機構（AMED）の事業参画を通じ、診療画像に関係する学会と情報系の研究機関と連携して研究チームを組成し、医療画像ビッグデータクラウド基盤の構築とAIによる医療画像解析研究に取り組んできました。一方、COVID-19の流行を背景に、将来の同様の世界的な感染爆発に備えるためにもICTの貢献が求められます。感染拡大を防ぐうえで正確な診断が必要とされているなか、コンピュータ断層撮影（CT）画像によるCOVID-19検査を活かしたCT画像解析の活用は、臨床的に有用と考えられます。私たちは、臨床研究などに利活用可能なAI開発へ向けたICT基盤構築に関する研究を推進しています。

研究内容

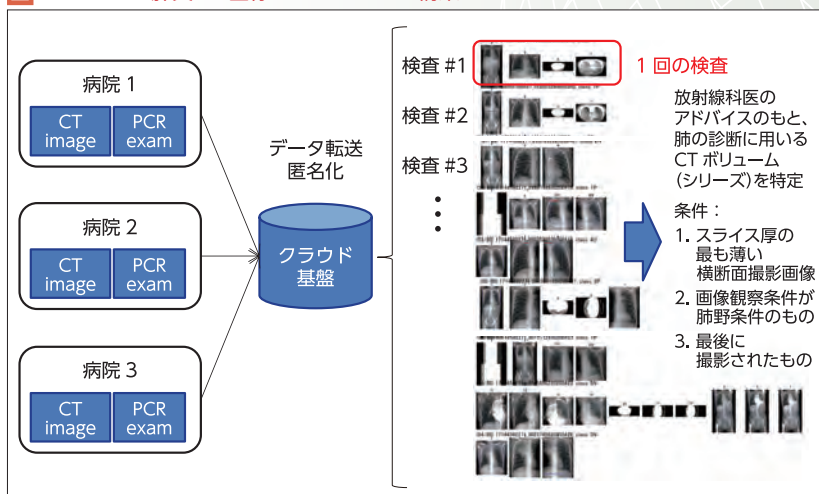
日本医学放射線学会と緊密に連携し、CT画像データを医療画像ビッグデータクラウド基盤に蓄積し、AIに学習させています。AI技術の共同研究開発では、COVID-19肺炎が疑われる患者の胸部CT画像に対して、AIが肺領域の炎症の境界を識別、炎症の程度のカテゴリや典型度を判断することで、医師の画像診断を支援します（図）。画像

診断の持つ重症度判定、検査の迅速性、新興感染症の流行検知などの特性から、開発されたAI技術により早期に診断ができれば重症化を防ぐことも可能となります。また、AI技術の有効性を医療関係者と検証する体制を作り、感染症拡大期にあっても迅速に対応可能なプラットフォームとして、社会還元をめざしています。

産業応用の可能性

医療現場のCT画像撮影装置にAIによるCOVID-19肺炎症状診断支援機能を搭載し、感染者の瞬時の特定、重症度や予後の判定を行うことができれば、医療現場の負担を大きく軽減することができます。加えて、画像情報だけでなく検査値や所見文などの医療情報を収集、統合したAI診断技術の研究開発も、さらなる精度向上のために有用です。そのために、医療機関との協業を行い、医療画像や診療情報などの医療情報を、ICTを活用して全国の病院から一元的に蓄積・活用し、持続可能な診断支援AIの研究開発を加速するプラットフォーム作りをめざします。

図 COVID-19肺炎CT画像データベースの構築



研究者の
発明

◆該当なし



コンテンツ科学研究系
教授
医療ビッグデータ
研究センター（RCMB）
センター長

佐藤 真一

SATOH Shin'ichi



人流ビッグデータを解析し 感染リスクと経済活動を指数化

コロナ禍において、地域ごとの住民の外出自粛率を“Stay Home 指数”として定量化する技術を開発しました。感染率との対比で外出自粛率が低い地域を見つけることが可能で、自治体による地域の実状に合わせた自粛要請をサポートできます。

研究背景・目的

2021年1月現在、新型コロナウイルスの感染拡大をくい止めるために、政府は不要不急の外出を控えるように呼びかけています。テレビでは日々、繁華街での人出の増減が報じられていますが、どの地域の住民が繁華街を訪れているか、外出を自粛していないのかが不明なままです。その結果、自粛要請は積極的な自粛を実行している地域の住民にとっては過剰な要請になる一方、自粛の足りていない地域の住民に対しては過小な要請となっています。過剰な要請は経済を萎縮させ、過小な要請は感染拡大を招きます。自粛が十分なのかどうかを知ることができれば、各住民の自粛のインセンティブは弱まります。この問題を解決するために、地域ごとに住民の外出の自粛率を“Stay Home 指数”として定量化する技術を開発しました。

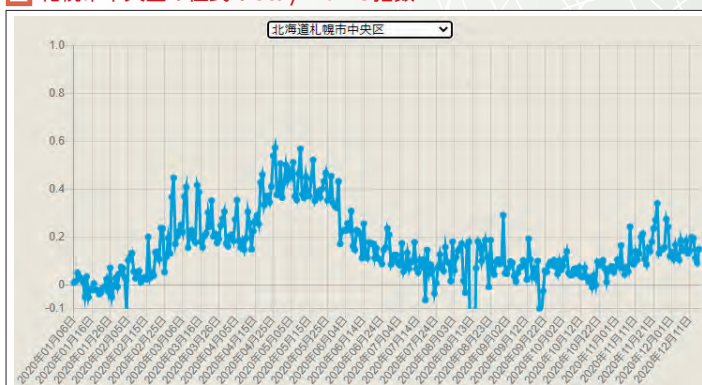
研究内容

匿名化された携帯電話の位置情報から推定されたリアルタイムの人口分布を利用して、住宅地からの「外出者数＝昼間人口－夜間人口」を見積もり、各地域の住民の「外出の自粛率＝ $1 - (\text{ある日の} \text{外出者数} \times \text{平均外出時間}) / (\text{平常時の} \text{外出者数} \times \text{平均外出時間})$ 」を“Stay Home 指数”として定量化します。これは、地域住民がどの程度、コロナ以前の平常時に比べて外出を控えているかを測っています。例えば、Stay Home 指数が0.6なら、これまで外出していた100人のうちで60人が外出せずにウチ（自宅のある500m四方）で過ごしていることを意味します。

産業応用の可能性

図は札幌市中央区の住民の Stay Home 指数です。2020年2月中旬から札幌では本州に先駆けて新型コロナウイルスの流行が始まり、それとともに指数が上昇しています。同様に2020年11月の第3波の到来とともに上昇しています。ここでは、市区町村レベルでの Stay Home 指数を示していますが、最小500m 四方で算出可能です。感染率との対比で外出の自粛率が低い地域を見つけることが可能であり、自治体による地域の実状に合わせた自粛要請をサポートできます。また、感染拡大につながる、地域のコミュニティをまたいだ外出を推定することも可能です。自身と同じ地域の住民が活動する地域を知ることは、地産地消のように地域内で閉じて経済活動を行う際に役立ちますので、この研究はそうした活動のサポートにも応用できます。

図 札幌市中央区の住民の Stay Home 指数



(注) 図の作成においては、NTTドコモの携帯電話約8000万台の基地局情報から推定された国内人口分布統計(リアルタイム版) モバイル空間統計[®]を利用しています。

研究者の
発明

◆ 該当なし



情報社会相関研究系
准教授

水野 貴之
MIZUNO Takayuki



01

情報基礎科学

02

情報基盤科学

03

ソフトウェア科学

04

情報メディア科学

05

知能システム科学

06

情報環境科学

ブロックチェーンの多層構造がもたらす 経済社会のパラダイム転換

ブロックチェーンを経済活動に応用するために、三層構造モデルを提唱しています。国際標準化を推進するISO/TC307の活動に参加し、ブロックチェーンを契機とした経済共同体の再編成における諸問題について、学際的な視点で探究しています。

研究背景・目的

ブロックチェーンを経済活動に応用するために、三層構造モデルを提唱しています。第一層では、貨幣的価値が流通するパブリックチェーンの性質を利用して、不可逆的な記録を共有します。第二層では、シェアリング・エコノミーの「鍵」など、あらゆる「アセット」が流通します。第一層の「金流」と第二層の「商流」は表裏一体の関係にあります。さらに第三層では、経済活動を規律するレギュレーションを実装します。いま、経済活動はかつてないイノベーションを経て、新しい三層構造へと再統合される途上にあります。ブロックチェーンを契機とした経済共同体の再編成における経済と社会の諸問題について、学際的な視点に基づいて探究しています。

研究内容

ブロックチェーンおよび分散台帳技術の国際標準化を推進するISO/TC307の活動に、国内審議委員会アドバイザーグループの一員として参加しています。2017年4月に第1回の国際会合がシドニーで開催されて以降、東京やダブリンなどで複数回の会合が持たれました。この活動に学識経験者として貢献しています。また、米国電気学会・技術と社会の関わり合い研究会日本チャプター（IEEE-SSITJ）の前チェアとして、ブロックチェーンの社会応用に関する諸論点を考察する各国の研究者と議論を共有しています。さらに、世界各地に点在するブロックチェーンの開発コミュニティと交流を持ち、定期的に開催されるピッチコンテストに参加して交流を深めています。

産業応用の可能性

平成30（2018）年度の特許出願技術動向調査のトピックとして、『仮想通貨・電子マネーによる決済システム』が選定されました。この調査は、今後の進展が予想される技術テーマを対象に、企業の研究開発戦略に資する情報を提供するものです。平成30年度に特許庁に設置されたアドバイザーボードの委員長に就任し、議論のとりまとめに貢献しました。報告書からは、ブロックチェーンの産業応用に関心を示す国や企業は、決済システムの主導権を握ろうとしていることが見て取れます（図）。これはブロックチェーンが多層構造であることを反映しており、第一層の「金流」と第二層の「商流」が不可分一体であることを示唆しています。



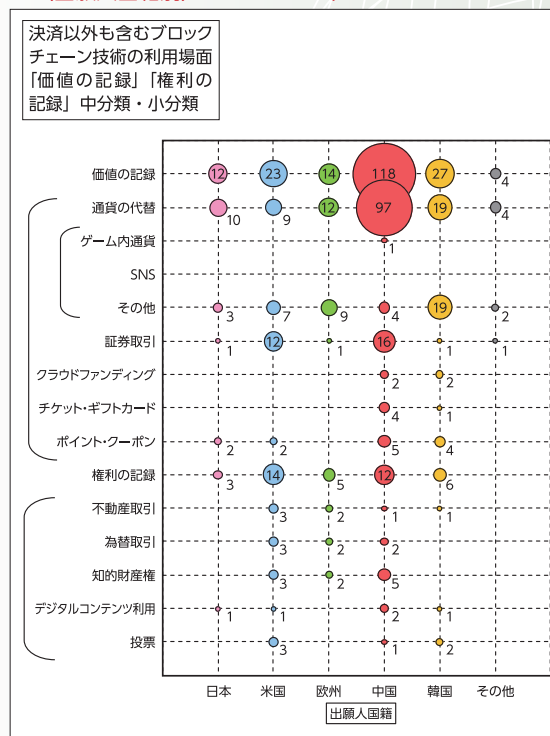
情報社会関連研究系
准教授

岡田 仁志

OKADA Hitoshi



図「決済以外も含むブロックチェーン技術の利用場面」
（出願人国籍別）2010-2016年



出典：平成30年度 特許出願技術動向調査
『仮想通貨・電子マネーによる決済システム』 特許庁，図
4-29, p.66

研究者の
発明

◆該当なし

学習ログの蓄積と分析により オンライン教育を改善

複数の高等教育機関に共通の教材を提供する学習管理システム（LMS）と学習ログ蓄積システムを構築し、分析やフィードバック手法の提案も行っています。学習ログ分析を取り入れることによって、オンライン教育の普及および質の向上をめざします。

研究背景・目的

高等教育機関におけるICT利活用率は年々増加し、学習管理システム（LMS：Learning Management System）も国立大学においては約9割、私立大学においても約7割が導入に至っています。しかしながら、オンライン教育の満足度も履修完了率も期待以下の低水準にとどまっているのが現状です。LMS等を通じてサーバに蓄積される学習行動履歴データ「学習ログ」を分析し、学生・教員・教育機関へ効果的なフィードバックを行うことによって、オンライン教育の改善を図るラーニングアナリティクスという研究分野が欧米を中心に盛んになり、世界各国で注目されるようになってきました。学習ログ分析を取り入れることによって、オンライン教育の普及および質の向上をめざします。

研究内容

①学習ログの蓄積・分析・フィードバック手法の提案

複数の高等教育機関において共通の教材を提供する学習管理システム（LMS）と学習ログ蓄積システムを構築しています。これに教材閲覧履歴や映像視聴履歴、テスト結果などの学習ログを蓄積し、組織ごとの教材の受講管理ができる機能の開発手法と集めた学習ログの分析手法および効果的なフィードバックについて提案します（図1）。

②マイクロコンテンツ教材の開発

学習内容の最適化・効率化をめざして、教材コンテンツのマイクロ化やマイクロコンテンツ教材を組み合わせ受講できる機能の開発手法を提案します（図2）。

産業応用の可能性

学生・教員・教育機関など、あらゆる立場の人が関係する学習ログの分析（ラーニングアナリティクス）には、さまざまな利用価値が考えられます。ラーニングアナリティクスでは、学習者への個別フィードバックや学習の満足度向上、およびドロップアウト率の減少に関わる情報を随時把握することで、教育や教材の改善を可能とするシステムの実用化が期待されます。

研究者の
発明

◆該当なし

情報社会相関研究系
助教

古川 雅子

FURUKAWA Masako



図1 学習ログの蓄積・分析・フィードバック手法の提案

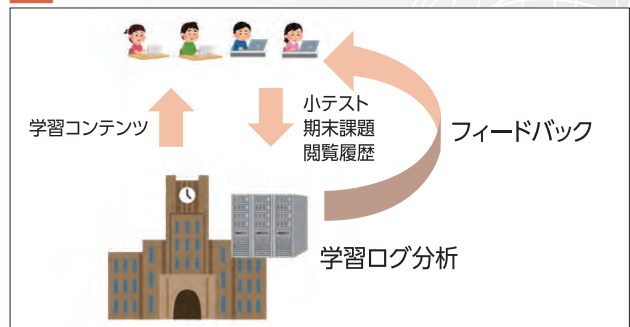
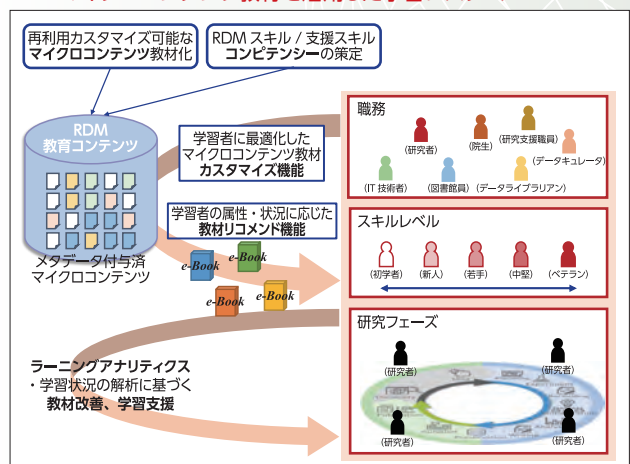


図2 研究データ管理（RDM）教材を例とした
マイクロコンテンツ教材を活用した学習システム



NIIの「知」を産業や

NIIでは情報学分野で高いレベルの研究を行っています。NIIが生み
解決などに活かしていただくことを期待しています。NIIの「知」

■NII × SCSKサービスウェア株式会社

属人化した業務をナレッジ化 ベテランのノウハウ継承を支援

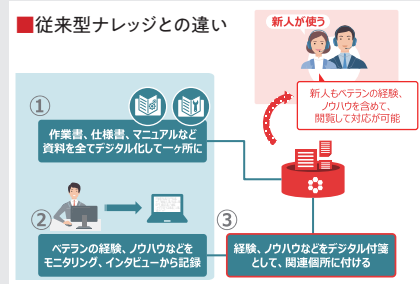
「暗黙知使えるソリューション®」

企業内の暗黙知を可視化するソリューションの開発に、NIIの宇野毅明がデータマイニング分野の研究に基づく知見を提供した。SCSKサービスウェア株式会社は、属人化した業務をナレッジ化し、ベテランのノウハウ継承を支援する「暗黙知使えるソリューション®」を開発。宇野はナレッジの構造化やメタ情報の分類を中心に、ソリューションの中核となる機能設計について技術的なアドバイスをを行った。

製造業などの多くの企業では、熟練した技術や経験を持つ世代が退職を迎える前に、ベテラン人材のノウハウである暗黙知を可視化し、後任へ継承していくという重要な課題に直面している。「暗黙知使えるソリューション®」は、ベテラン人材のノウハウである暗黙知の可視化やデータの一元管理、FAQやナレッジの構築の他、経験タグというものによって、そうした課題を解決に導く。



産学連携によって創出された「暗黙知使えるソリューション®」は、複数社の案件ですでに導入が進んでいる。



高齢化も背景にベテランの知見、ノウハウの可視化やナレッジ化のニーズは多くなっており、「暗黙知使えるソリューション®」の果たす役割は大きい。

研究者
情報

情報学プリンシプル研究系 教授 宇野 毅明
専門分野：ビッグデータ／データ解析／人工知能

■NII × 株式会社日立ハイテクサイエンス

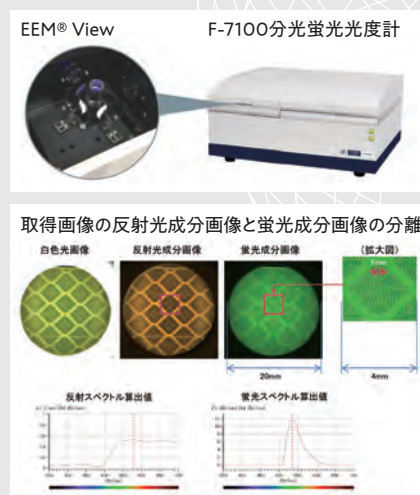
物体の反射光と蛍光を分離して 可視化観察を実現

分光蛍光マイクロスコープ 「EEM® View」

分光画像とスペクトルデータの同時取得を実現する新技術。NIIの佐藤いまり、鄭銀強が開発した計算アルゴリズムにより、蛍光成分と反射成分の画像の分離表示を可能とした。同社の分光蛍光光度計に組み込むことで、物体のスペクトルデータとCMOSカメラによる蛍光・反射画像を同時取得し、さらに取得した試料画像を25分割した際の、区画ごとの拡大表示や蛍光・反射スペクトルデータも取得することができる。

従来の分光蛍光光度計では、試料全体の平均的なスペクトルデータの取得に留まっていたが、本技術により反射・蛍光スペクトルを可視化し、画像による蛍光発生部位の把握や特定箇所のスペクトルデータの取得が可能となり、より高精度な蛍光物質の測定が実現した。

本装置の蛍光分析への活用により、微細測定ニーズが高ま



分光画像とスペクトルデータの同時取得を実現した分光蛍光光度計専用測定システム

※「EEM」は、株式会社日立ハイテクサイエンスの日本における登録商標です。

画像分離アルゴリズムにより、撮影した画像を反射光成分と蛍光成分に分離した。その結果、反射成分は橙色、蛍光成分は緑色の画像となった。それぞれ反射スペクトルと蛍光スペクトルに相当する分光色と一致している。

るLEDやディスプレイなどの電子材料や工業材料分野をはじめ、食品検査分野やライフサイエンス、バイオテクノロジー分野など、幅広い分野での研究開発や品質管理に活用が期待されている。

研究者
情報

コンテンツ科学研究系 教授 佐藤 いまり
専門分野：コンピュータビジョン／コンピュータショナルフォトグラフィー／画像解析
コンテンツ科学研究系 准教授 鄭 銀強
専門分野：コンピュータビジョン／水中3次元復元／カメラシステム

地域活性に活かす

出す技術、知見、研究力を、企業の競争力強化や地域課題のが商品やサービスとして社会実装された事例をご紹介します。

■NIIが主導する国際的産学連携

音声の真贋を見分ける国際大会 「ASVspoof Challenge」

生体認証の中でも音声による生体認証（話者照合）はすでに実用化されているが、近年飛躍的に向上した音声合成および音質変換技術を悪用することで話者照合を詐称（なりすまし）できることが報告されている。NIIの山岸順一研究室では、機械学習を使って、人の音声波形を合成する新しいネットワークを開発する一方、認証対象が本当に人間であるかどうかを判断する生体検知技術を、話者照合に先駆的に導入する技術を開発している。

世界的な研究潮流の高まりに合わせ、山岸研究室のオーガナイズにより、音声の自動真贋判定に関する世界的なコンペティションを2015年から隔年で開催している。2019年のコンペティション用のデータベース構築には、フィンラン



「ASVspoof Challenge」でのワークショップの様子

ド、アイルランド、フランスなどの研究機関の他、グーグル、NTT、HOYAといった企業が協力している。実際のコンペティションには世界の36研究機関と13企業が参加し、技術開発にも役立てられている。

研究者 情報

コンテンツ科学研究系 教授 山岸 順一

専門分野：音声情報処理／音声合成／話者照合／
メディアフォレンジック／機械学習

■NII × アドミュージアム東京

江戸時代から現代までの 広告をアーカイブ

広告資料検索データベース「デジハブ」

デジハブは、広告をテーマにした博物館「アドミュージアム東京(*)」が所蔵する広告資料のデータベース（URL <https://www.admt.jp/library/>）。このシステムの基本設計をNIIの高野明彦が手がけた。錦絵や引札、ポスター、新聞広告、雑誌広告、テレビCM、ラジオCMなど、30万点以上の広告資料をライブラリー内のタブレット端末で閲覧するこ



館内のタブレット端末を使用して広告資料を閲覧することができる。

タブレット端末に表示される広告資料

とができる。

デジハブは、コレクション管理機能とキュレーション機能をバランスよく提供するために、柔軟なキュレーションを可能にするBOX（多様な軸で整理された資料収蔵庫）機能を有している。BOXを仮想ギャラリーだととらえれば、ある作品から出発してそれを展示するギャラリーに入り、そこで一緒に展示されている別の作品の詳細を見て今度はその作品を含む別のギャラリーへと移動するというように、次々に仮想ギャラリーをはしごすることができる。



(*) 公益財団法人吉田秀雄記念事業財団が運営（吉田氏は電通第4代社長）。同財団は、広告・マーケティング分野の研究者に対する学術支援も行っている。

研究者 情報

コンテンツ科学研究系 教授 高野 明彦

専門分野：デジタルアーカイブ／連想情報学／知識クラウド

■ 保有特許一覧 (国内)

発明の名称	NII発明者	単独 出願	登録番号
画像情報検索表示装置、方法および画像情報検索表示プログラム	梶山 朋子	●	特許第4441685号
量子鍵配送方法および通信装置	渡辺 曜大	●	特許第4231926号
時系列データ分析装置および時系列データ分析プログラム	市瀬 龍太郎	●	特許第4734559号
情報共有システム、情報共有サーバ、情報共有方法、及び情報共有プログラム	本位田 真一		特許第4799001号
シーケンシャル・コンテンツ配信装置、シーケンシャル・コンテンツ受信装置及びその方法	曾根原 登	●	特許第4734563号
コンテンツ提示装置、コンテンツ提示方法及びコンテンツ提示プログラム	曾根原 登	●	特許第4403276号
文章コンテンツ提示装置、文章コンテンツ提示方法及び文章コンテンツ提示プログラム	曾根原 登	●	特許第4143628号
断片的自己相似過程を用いる通信トラフィックの評価方法及び評価装置	計 宇生	●	特許第4081552号
焦点ばけ構造を用いたイメージング装置及びイメージング方法	児玉 和也	●	特許第4437228号
情報資源検索装置、情報資源検索方法及び情報資源検索プログラム	神門 典子	●	特許第4324650号
アクティブコンテンツ流通システム及びアクティブコンテンツ流通プログラム	本位田 真一	●	特許第4392503号
渋滞予測情報生成装置、渋滞予測情報生成方法、及び経路探索システム	本位田 真一		特許第4729411号
コンテンツ販売装置及びコンテンツ販売方法	曾根原 登	●	特許第4304278号
文書インデキシング装置、文書検索装置、文書分類装置、並びにその方法及びプログラム	曾根原 登	●	特許第4362492号
映像提供装置及び映像提供方法	相原 健郎	●	特許第4359685号
投影画像補正システム及び投影画像補正プログラム	佐藤 いまり	●	特許第4982844号
デジタルコンテンツ登録配信装置、システム及び方法	曾根原 登	●	特許第4956742号
三次元集積電気回路の配線構造及びそのレイアウト方法	鯉淵 道紘	●	特許第5024530号
量子鍵配送方法、通信システムおよび通信装置	渡辺 曜大	●	特許第4862159号
時刻基準点情報伝送システムおよび受信器	橋爪 宏達	●	特許第4621924号
集配経路選択システム	佐藤 一郎	●	特許第4374457号
学習データ管理装置、学習データ管理方法及び車両用空調装置ならびに機器の制御装置	稲邑 哲也		特許第5224280号
車両用空調装置及びその制御方法	稲邑 哲也		特許第5177667号
経路切替方法、サーバ装置、境界ノード装置、経路切替システム及び経路切替プログラム	漆谷 重雄		特許第5062845号
ダイレクトパス確立方法、サーバ装置、発信者ネットワークノード装置、ダイレクトパス確立ネットワーク、及び、それらのプログラム	漆谷 重雄		特許第4999112号
バス管理制御方法、バス管理制御プログラム、バス管理制御装置およびバス管理制御システム	漆谷 重雄		特許第4806466号
排出量取引システム及び排出量取引方法	佐藤 一郎	●	特許第5207195号
イジングモデルの量子計算装置及びイジングモデルの量子計算方法	山本 喜久	●	特許第5354233号
計測装置、計測システム、および計測方法	橋爪 宏達	●	特許第5593062号
情報検索表示装置、方法および情報検索表示プログラム	曾根原 登	●	特許第5599068号
情報検索表示装置、方法および情報検索表示プログラム	曾根原 登	●	特許第5608950号
情報検索表示装置、方法および情報検索表示プログラム	曾根原 登	●	特許第5608951号
情報提供装置、方法、およびプログラム	曾根原 登		特許第5614655号
制御サーバ、制御方法及び制御プログラム	青木 道宏		特許第5682932号
ドップラーレーダシステム、ドップラーレーダ送信装置及び送信波最適化方法	橋爪 宏達	●	特許第5704695号
速度・距離検出システム、速度・距離検出装置、および速度・距離検出方法	橋爪 宏達	●	特許第5739822号
情報処理装置、日程決定方法及びコンピュータプログラム	河原林 健一	●	特許第5733722号
検索素描画装置、検索素描画方法およびプログラム	計 宇生		特許第5754676号
符号化装置、この方法、プログラム及び記録媒体	小野 順貴		特許第5789816号
語順並べ替え装置、翻訳装置、翻訳モデル学習装置、方法、及びプログラム	宮尾 祐介		特許第5800206号
音響信号解析装置、方法、及びプログラム	小野 順貴		特許第5807914号
データ配送システム及びデータ配送装置及び方法	福田 健介		特許第5818262号
データの分散管理システム及び装置及び方法及びプログラム	福田 健介		特許第5818263号
音響信号解析装置、方法、及びプログラム	小野 順貴		特許第5911101号
画像検索装置、方法、及びプログラム	佐藤 真一		特許第5979444号
半導体チップ、半導体チップ接続システム	米田 友洋	●	特許第6029010号
距離測定方法及びレーダ装置	橋爪 宏達	●	特許第6029287号
光を用いた超伝導量子ビットの状態検出	根本 香絵		特許第6029070号
光パラメトリック発振器とそれを用いたランダム信号発生装置及びイジングモデル計算装置	山本 喜久		特許第6029072号

発明の名称	NII発明者	単独 出願	登録番号
語順並べ替え装置、翻訳装置、方法、及びプログラム	宮尾 祐介		特許第6040946号
信号処理装置、方法及びプログラム	小野 順貴		特許第6005443号
音声言語評価装置、パラメータ推定装置、方法、及びプログラム	小野 順貴		特許第6057170号
信号処理装置、信号処理方法及びコンピュータプログラム	小野 順貴	●	特許第6099032号
視線インタフェースを用いた対話的情報探索装置	神門 典子	●	特許第6099342号
顔検出防止具	越前 功	●	特許第6108562号
法的推論提示方法、法的推論提示システムおよびプログラム	佐藤 健	●	特許第6112542号
イジングモデルの量子計算装置及びイジングモデルの量子計算方法	宇都宮 聖子		特許第6143325号
語順並べ替え装置、翻訳装置、翻訳モデル学習装置、方法、及びプログラム	宮尾 祐介		特許第6083645号
ドップラーイメージング信号送信装置、ドップラーイメージング信号受信装置、ドップラーイメージングシステム及び方法	橋爪 宏達	●	特許第6179940号
濃淡画像符号化装置及び復号装置	チョン・ジーン	●	特許第6188005号
フリップフロップ回路	米田 友洋	●	特許第6210505号
超伝導量子ビットの初期化方法	根本 香絵		特許第6230123号
生成モデル作成装置、推定装置、それらの方法およびプログラム	小野 順貴		特許第6241790号
イジングモデルの量子計算装置、イジングモデルの量子並列計算装置及びイジングモデルの量子計算方法	宇都宮 聖子		特許第6255087号
イジングモデルの量子計算装置	山本 喜久		特許第6260896号
適応的測位間隔設定システム、適応的測位間隔設定方法、行動モデル計算装置、及び行動モデル計算プログラム	高須 淳宏		特許第6253022号
量子鍵配送システムおよび量子鍵配送方法	山本 喜久		特許第6257042号
音声信号処理装置及び方法	小野 順貴		特許第6278294号
光パラメトリック発振器のネットワークを使用する計算	宇都宮 聖子		特許第6300049号
顕著度画像生成装置、方法、及びプログラム	杉本 晃宏		特許第6318451号
情報処理装置用ネットワークシステム	鯉淵 道紘	●	特許第6325260号
データキャッシュ方法、ノード装置及びプログラム	漆谷 重雄		特許第6319694号
自然言語推論システム、自然言語推論方法及びプログラム	宮尾 祐介	●	特許第6327799号
仮想状態定義装置、仮想状態定義方法及び仮想状態定義プログラム	漆谷 重雄		特許第6332802号
クーボンシステム	相原 健郎		特許第6347383号
磁気共鳴装置	根本 香絵		特許第6347489号
ストリーミング配信システム	チョン・ジーン		特許第6367030号
光発生装置および光発生方法	Timothy Byrnes	●	特許第6376697号
リハビリテーション支援装置及びリハビリテーション支援方法	稲邑 哲也	●	特許第6381097号
イジングモデルの量子計算装置	宇都宮 聖子		特許第6429346号
情報処理装置及び情報処理方法	河原林 健一		特許第6445246号
物体領域特定方法、装置、及びプログラム	佐藤 真一		特許第6448036号
糖鎖化合物および糖鎖化合物の製造方法	佐藤 寛子		特許第6455857号
画像処理装置、画像処理方法及び記録媒体	佐藤 いまり		特許第6471942号
ネットワーク設計装置及びプログラム	武田 英明		特許第6475966号
生体検知装置、生体検知方法及びプログラム	山岸 順一	●	特許第6480124号
ノイズ付加装置及びノイズ付加方法	越前 功		特許第6501228号
DNN音声合成の教師無し話者適応を実現するコンピュータシステム、そのコンピュータシステムにおいて実行される方法およびプログラム	山岸 順一	●	特許第6505346号
仮想通話管理プログラムおよび方法	岡田 仁志		特許第6544695号
ネットワーク制御装置、ネットワーク制御方法及びネットワーク制御プログラム	栗本 崇		特許第6550662号
情報抽出装置、情報抽出方法、及び情報抽出プログラム	坂本 一憲	●	特許第6562276号
単語並べ替え学習装置、単語並べ替え装置、方法、及びプログラム	宮尾 祐介		特許第6613666号
観測者検出装置、方法、プログラム、及びコンピュータ読み取り可能な記録媒体	小西 卓哉		特許第6614030号
デジタルホログラフィ記録装置、デジタルホログラフィ再生装置、デジタルホログラフィ記録方法、およびデジタルホログラフィ再生方法	佐藤 いまり		特許第6628103号
画像処理装置、画像処理方法及びプログラム	鄭 銀強		特許第6671653号
画像処理装置及び方法、画像処理プログラム、並びに投影装置	佐藤 いまり		特許第6757004号
音源分離装置	小野 順貴		特許第6763721号
画像処理装置及び方法	備瀬 竜馬	●	特許第6799331号
光超音波画像化装置及び方法、光超音波画像化装置の制御プログラム並びに記録媒体	備瀬 竜馬	●	特許第6799321号
結合振動子系の計算装置、プログラム及び方法	宇都宮 聖子		特許第6803026号

NIIが提案する産官学連携

国立情報学研究所(NII)は情報学分野で社会課題の解決をめざした実践的な研究開発に取り組んでいます。

その成果を社会実装に結び付けるためには産官学の連携が不可欠であり、
一層の連携強化に向けて企業や自治体の要請に応えるよう、産官学連携を推進しています。

企業・自治体等のご期待



先端技術・シーズ発見



ソリューション探索



スキル獲得・人材育成

NIIの産官学連携活動

産官学連携セミナー

産官学連携塾

先進成果情報の提供

社会・企業ニーズの共有

トップエスイー

トップレベルIT人材育成

NII公募型共同研究

テーマに応じた
アカデミーパートナーの探索

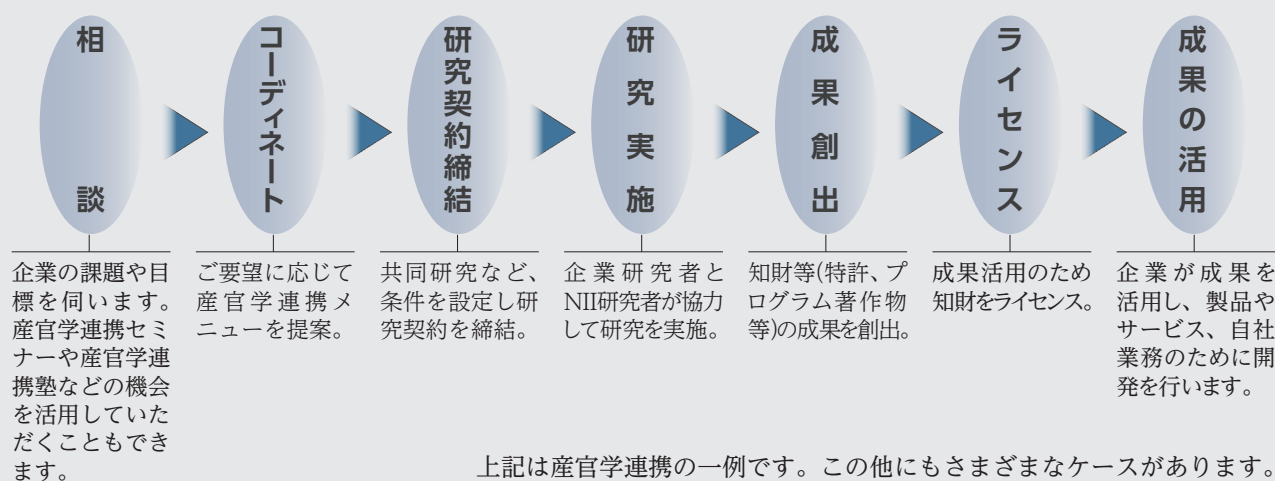
共同研究部門
包括連携共同研究
共同研究・受託研究

新成果の協働創出

学術指導

研究者による助言・提案

産官学連携のモデルケース



上記は産官学連携の一例です。この他にもさまざまなケースがあります。

ご相談・お問い合わせ

企業の技術課題解決へ向けた連携をご提案します。
詳しくは右記までお問い合わせください。

国立情報学研究所 研究戦略室
Email ura-staff@nii.ac.jp
NIIが提案する産官学連携活動
HP <https://www.nii.ac.jp/research/iga/>

