



The power of innovative research.

NII SEEDs

2022

情報学によるイノベーション創出と未来価値創成



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にも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
NIIが提案する産官学連携活動

Email ura-staff@nii.ac.jp
HP <https://www.nii.ac.jp/research/iga/>

Contents

| | | | |
|--|-----------|---|---------------|
| ■はじめに | 01 | 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 | |
| Researcher file no.1 竹房 あつ子 | 02 | 協調走行する完全自動運転車を実現する 「超人間級 AI 運転手」の開発 | 青木 俊介 19 |
| Researcher file no.2 青木 俊介 | 04 | AI システムの品質を高める新しい 検査技術を追求 | 石川 冬樹 20 |
| ■研究シーズ 2022 | | 複雑で不確かなソフトウェアの安全性を 「段階的詳細化」で厳密に保証 | 小林 努 21 |
| 01 ● 情報基礎科学 — 基礎理論の深みを解き明かす | | 「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 22 |
| 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 | 04 ● 情報メディア科学 — メディアの振る舞いを探究する | |
| 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 | 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 | 越前 功/山岸 順一 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 | 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 24 |
| 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 | フェイク音声を機械学習で自動検出し ハッカーや犯罪から社会を守る | ワン シン 25 |
| 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 | 05 ● 知能システム科学 — 知能システムの実現をめざして | |
| 02 ● 情報基盤科学 — 理論・実践から情報システムを創り出す | | 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 26 |
| 高性能計算からサイバーセキュリティ： Society5.0 実現に必要な要素技術の研究 | 石川 裕 12 | 手話言語コーパスの作成により手話認識・ 手話合成システムの開発に貢献 | 坊農 真弓 27 |
| サイバネティクスで分散システムにおける 人間の誤謬の問題を最小化する | 柏崎 礼生 13 | 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 28 |
| 大学や研究機関のシステムを安全に効率化し 連携した仕組みを構築する | 清水 さや子 14 | 06 ● 情報環境科学 — 情報社会を多角的にとらえる | |
| 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を加速させる | 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 |
| 研究成果の再現・再利用を容易にする データ解析機能 | 藤原 一毅 16 | ■産官学連携事例 | 30 |
| 医療 AI の技術開発により 診断の現場の課題解決をめざす | 村尾 晃平 17 | ■保有特許一覧 (国内) | 32 |
| IoT デバイス側での高速学習を実現する ハードウェアアクセラレータ | 米田 友洋 18 | ■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

米田 友洋

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ご紹介しますため、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 2022 ～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おり、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に『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。

IoTシステムの安全性を高め、 Society5.0の実現に貢献する

Researcher file

1

TAKEFUSA, Atsuko

竹房 あつ子

アーキテクチャ科学研究系
教授

2000年お茶の水女子大学大学院人間文化研究科博士後期課程修了、博士(理学)。日本学術振興会特別研究員、カリフォルニア大学サンディエゴ校客員研究員、お茶の水女子大学大学院助手、産業技術総合研究所研究員、主任研究員を経て、2016年に国立情報学研究所准教授、2021年より現職。専門は計算機科学、計算機システム、システムソフトウェア。2021年に第16回電子情報通信学会通信ソサイエティ論文賞(Best Paper Award)受賞。2021年10月より科学技術振興機構(JST) CREST [S5基盤ソフト]領域研究課題「形式検証とシステムソフトウェアの協働によるゼロトラストIoT」の研究代表者を務める。

研究シーズ▶P15

外 出先から自宅のエアコンを操作する、植物の土壌から湿度などのデータを収集して解析する。さまざまな「モノ」をネットワークにつなげるIoT(Internet of Things)は、今や多くの分野で必要とされる技術だ。一方で学術分野では、IoTで収集したデータを活用するデータ駆動型の研究開発に注目が集まっている。竹房は、安全なIoTシステムの構築を助ける基盤づくりに取り組んでいる。





さまざまな分野の研究者がIoTシステムを構築できるようサポートする

竹房が取り組むプロジェクトは主に2つだ。1つ目は、IoTシステムにおいてセンサーからのデータを安全かつ効率的に収集・蓄積・解析するためのソフトウェア「SINETStream」の開発である。

「IoTシステムでは、離れた場所にあるセンサからのデータを安全かつ確実に収集し、解析する必要があります。しかし、IoTシステムの開発には高度な知識が必要であり、非情報系の研究者にはハードルが高いのが現実です。『SINETStream』が提供するAPIを使用すれば、広域ネットワークを介したIoTシステムを比較的容易に開発できます」

SINETStreamの開発は、国立情報学研究所が2018年から運用する「SINET広域データ収集基盤（2022年度より正式名称が『モバイルSINET』に改称）」のサービス開始に続く形で始まった。モバイルSINETは、大学やクラウドの計算機からセンサが接続されたモバイル環境までを仮想的な専用回線（VPN）でつなぐ学術ネットワークだ。モバイルSINETを使用すれば、広域に分布したセンサからのデータの収集と解析をセキュアに実行できる。まさにIoT系研究を行うためのネットワークである。

「モバイルSINETというIoT用のインフラができて、具体的な活用例を示さないと研究者の方々には使用してもらえません。そこで私たちクラウド基盤研究開発センターのメンバーが中心となり、モバイルSINETを使用したオンライン動画画像解析のデモアプリケーションを開発しました。その開発過程で、センサからのデータを安全かつ効率的に収集・蓄積・解析するためのソフトウェアが別途必要だという話が出たのです。そこから、SINETStreamの開発が始まりました」

SINETStreamには、データの収集および解析、各種デバイスの認証、バックエンドで動作するメッセージングシステムの隠蔽など、さまざまな機能が存在する。中でも注目すべきは、そのセキュリティの高さだ。医療情報のように秘匿性の高い情報をネットワーク経由で扱う場合、モバイルSINETのVPN機能だけでは安全性が不十分だ。そこでSINETStreamには、SSL/TLSで実現されるような通信時の暗号化だけでなく、センサデータを暗号化する機能が搭載されている。

「広島大学との共同研究で、人々の脳波データを収集して感情を解析するIoTシステムの研究開発を進めています。この研究では脳波というプライベートなデータを扱う必要があったため、モバイルSINET+SINETStreamの高いセキュリティ機能が

必要になりました」

SINETStreamの基盤部分はすでに実装が完了している。今後は使用者へのヒアリングを実施しつつ、さらに機能を拡張していく予定だという。

竹房が取り組む2つ目のプロジェクトは、IoTのセンサー端末側でプログラムを安全に動作させるための研究だ。この研究は、「形式検証とシステムソフトウェアの協働によるゼロトラストIoT」という名称で2021年度の科学技術振興機構（JST）CRESTに採択されており、10月にスタートしたばかりだ。

「今回の研究は、理論計算機科学の研究者との共同研究である点がポイントです。『安全性が高く信頼できるIoTとは何か』を、理論とシステムの両側面から検討します。理論研究者との共同研究は初めてなので、非常に楽しみです」

IoTの可能性を最大限に高めたい

センサからデータを収集して解析する、というIoTの枠組みはすでに完成している。しかし、IoTの安全性に関しては多くの課題が残されている。

「例えば、市販のWebカメラなどにはデフォルトのパスワードが設定されていますが、多くの方がパスワードを変更しないまままで利用していることが知られています。これはセキュリティ的には大きな問題です。IoT端末の数は増えていますが、安全対策が追いついていないのです。IoTの安全性向上に関してはさまざまな研究課題があるので、今後も積極的に取り組んでいきたいと考えています」

一方で、IoTには大きな可能性がある、と竹房は言う。

「IoTは、Society 5.0の実現とも大きく関わる技術です。例えば、IoTでスマートメーターのデータを収集して電力供給量を検討する、といった使い方もできます。スマートシティやスマートホームでもIoTは必須ですね。今後も研究を通して、IoTの可能性を高めていけたらと思います」

好きな言葉は、作家・井上靖氏の「努力する人は希望を語り、怠ける人は不満を語る」。「システム開発には企業や海外の研究機関など、多くの方が関わります。意見がまとまらない場合も多く大変ですが、1つのシステムをつくり上げる作業は非常に楽しいものです。今後も常に努力を続け、希望を語れる人でいたいと思っています」

IoTの可能性を追求してSociety 5.0の実現に貢献する、竹房の目はまっすぐ未来を見つめている。（取材・文＝太田 真琴）

理論研究と社会実装の両輪で、 完全自動運転の実現に挑む

Researcher file

2

AOKI, Shunsuke 青木 俊介

アーキテクチャ科学研究系
助教

2014年、東京大学大学院情報理工学系研究科電子情報学専攻修士課程を修了。日本学術振興会特別研究員、Microsoft Research Asia を経て、2015年夏よりカーネギーメロン大学計算機工学科 (Real-Time&Multimedia Systems Laboratory) に留学。2020年9月に同大学で博士号取得。カーネギーメロン大学客員研究員、東京大学生産技術研究所協力研究員、名古屋大学未来社会創造機構特任助教(現在は併任)を経て、2021年4月より現職。専門は自動運転、移動ロボット、深層強化学習、車車間通信(V2X)など。2021年12月に「高柳健次郎財団2021年度 研究奨励賞」を受賞。

研究シーズ ▶ P19



車

に行き先を指示するだけで、本を読んだり映画を観たりしている間に目的地に到着する……。自動運転は人々の生活を大きく変える技術だ。青木は、自動運転技術の最高峰である「完全自動運転」の研究に取り組んでいる。研究の社会実装にも積極的だ。「Real World Problem (実世界の問題)を解け」を信条とする、青木の活動にせまる。



未知の状況を克服して、 完全自動運転の実現をめざす

「車の運転って、実は皆さんが思っているほど簡単じゃないんですよ」

公道では未知の状況が多く発生する。例えば、歩行者の急な飛び出しや、一時的な工事、車線規制などだ。人間はこのような状況を理解して柔軟に対応できるが、システムにはそれが難しいと青木は言う。

「屋内に限定すれば自動運転は可能でしょう。実際、空港などでは指定した地点間を往復する自動運転車両がすでに導入されています。しかし、未知の状況が多発する場所、例えば公道などでも走行可能なシステムを開発しないと、本当の意味での自動運転は実現できません」

未知の状況を克服するためのアプローチは2つ存在する。青木はその両方に取り組んでいる。

1つ目は、車単体で周囲の状況に対応する方法だ。青木は、人間の意図を理解する「超人間級AI運転手」を開発することで、車単体での完全自動運転を実現しようとしている。「AI運転手は人間の運転手のように思考できます。例えば隣の車が幅寄せしてきた場合、相手がレーン変更しようとしているのか、偶然近づいてきただけなのかを判断できるのです。これにより、他車との連携や歩行者の安全確保を実現します」。この研究は、2021年度の科学技術振興機構（JST）大学発新産業創出プログラムSBIRフェーズ1に採択されている。

2つ目は、他車や周囲のインフラと通信・連携する方法だ。周囲と協調すれば、安全でエコな走行が可能になるという。「逆光で信号機が見えないこと、よくありますよね。自動運転車が信号機と通信できれば、信号が見えなくても、現在の信号の色や他の色に変わるタイミングなどが分かります。信号機からの情報を元にアクセルやブレーキのタイミングを制御すれば、安全で燃費のいい走行が可能になるのです」。各種センサーやGPS衛星、地図データベースなどとも連携が可能だ。将来的には、スマートシティの実現にもつながるといふ。こちらの研究は、「安全なデータ共有・協調型自動運転システムの開発」として、JSTのさがけに採択されている。

研究を行う上で青木が常に意識しているのは、将来的な社会実装だ。そのため、机の前に座るだけでなく、実際に車を走らせてデータを取る作業を重視している。さらに青木は、社会実装を実現するにはソフトウェア開発だけでは不十分だと考えている。

「自動運転車は多くの場合、周囲を認識するためのセンサー

としてLiDARとよばれるレーザーを搭載しています。しかしLiDARは高価格であり、一般車への搭載は難しいでしょう。そこで我々の研究では、センサーとしてカメラのみを使用する計画です。実際に流通できる車をつくることに意味があると思っています」

生まれ故郷である日本の産業を 盛り上げたい

青木が自動運転と出会ったのは、留学先の研究室を探していたときだった。「ある研究室を訪問した際に初めて自動運転車に乗り、非常に大きなインパクトを受けました。人生が変わる経験でした。自分がつくったプログラムに基づいて実際に車が動き、それを人にも体験してもらえる。情報系のなかでも非常にスケールが大きい分野だと魅力を感じ、自動運転の研究を始めることにしました」

その後、青木はアメリカのカーネギーメロン大学に進学して博士号を取得する。「カーネギーメロン大学は、実際のものづくりを重視する大学です。教授にも『Real World Problem（実世界の問題）を解け』と何度も言われました。現実の問題とリンクしない研究には意味がないのです。その点、自動運転はまさに今の時代に求められる技術です。『今だからこそ解決しなければいけない、アタックしなければいけない』という思いで、自動運転における課題に取り組んでいます」

今や、アメリカや中国を筆頭に世界中で自動運転車の開発が過熱している。このような状況で、日本で完全自動運転車を開発することには大きな意味があると青木は言う。「自動運転車は次世代のプラットフォームになると思います。つまり、スマートフォンと同じように人々が当たり前のように自動運転車に乗る未来がやってくる。そのようなプラットフォームを日本で実現すれば、日本の産業を盛り立てることができるはずですよ」

青木は、2030年までに完全自動運転のEV車両をつくることを目標に掲げている。理論面の研究を続ける傍ら、社会実装や実運用に向けた検討も進めていく予定だ。

「留学先のアメリカから日本に帰ってきたのは、『生まれ故郷である日本の産業を盛り上げたい』と強く思ったためです。『過去の焼き直しで生きない』『常に新しい挑戦を続ける』という言葉に胸に抱きつつ、これからも活動を続けていきます」

未来を見据えて完全自動運転という新しい歴史をつくる、青木の挑戦から目がはなせない。

（取材・文＝太田 真琴）

研究シリーズ

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

The screenshot shows a research series page with the following sections and annotations:

- 01 研究分野**: Research fields (Annotated: 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。)
- 02 担当研究者**: Researcher introduction (Annotated: 担当研究者紹介)
- 03 研究経緯・目的**: Research background and objectives (Annotated: 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 研究内容**: Research content (Annotated: 6つのカテゴリーを設け、各シーズを分類しています。)
- 05 産業応用の可能性**: Potential for industrial application (Annotated: 本編は研究内容と、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**: Key items (Annotated: 主要項目の説明を図説しています。)
- 07 発明・プログラム・著作物**: Inventions, programs, and publications (Annotated: 研究者の発明、プログラム、著作物など)
- 08 連絡先**: Contact information (Annotated: 研究者の連絡先)

各シーズの内容、肩書、所属等は、編集時点(2022年1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理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。

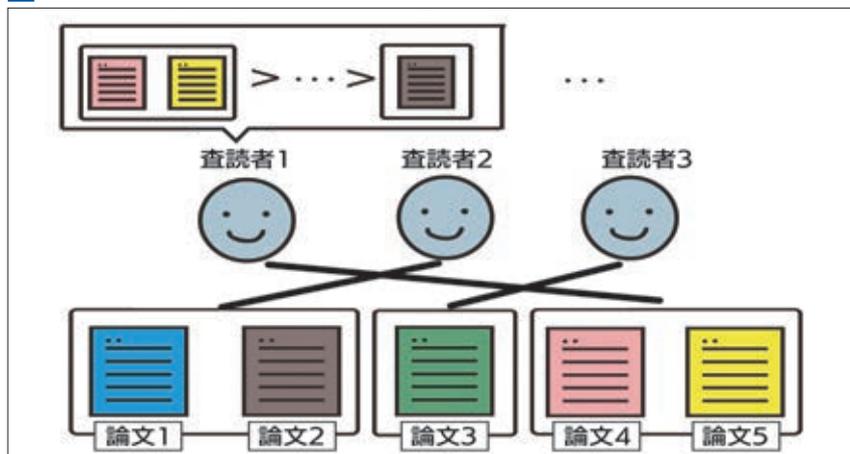
産業応用の可能性

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多々あります。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
発明等

◆ 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トーパー買い占めのように、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解析します（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て、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ちゃんねる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のか、ということをおおまか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

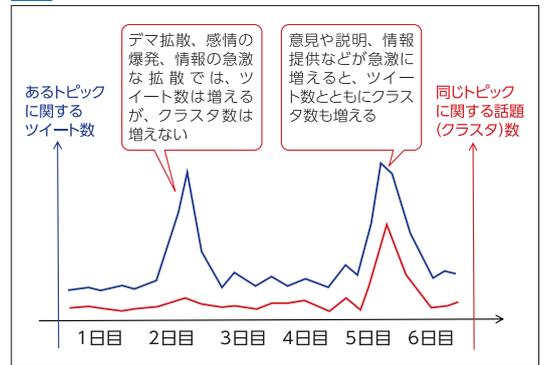
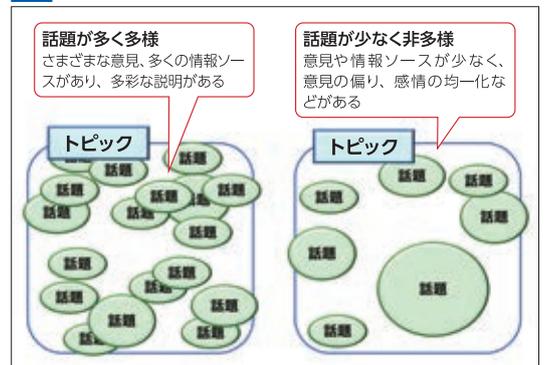


図2 語彙やトピックの多様性からデータを解析する



研究者の 発明等 ◆ 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。

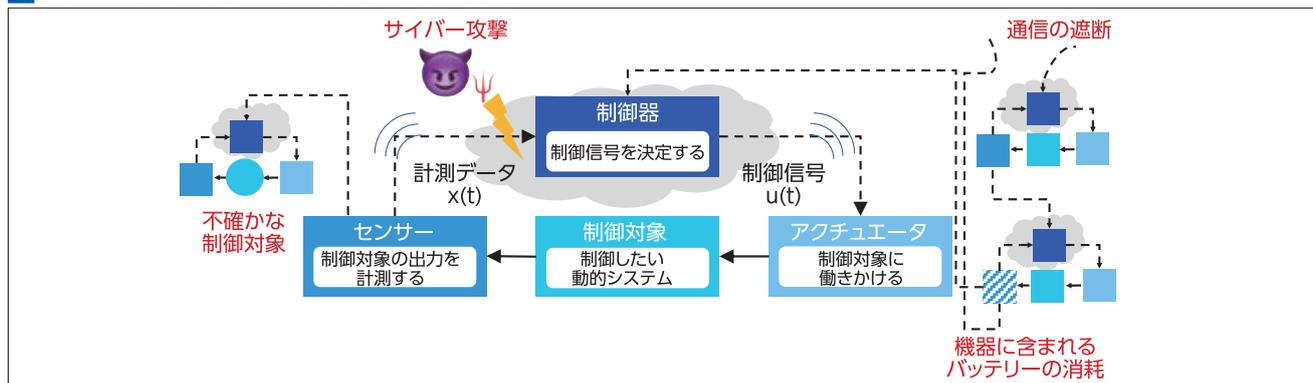
産業応用の可能性

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
発明等

◆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



情報学プリンシプル研究系
准教授

岸田 昌子

KISHIDA, Masako



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、絶対的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

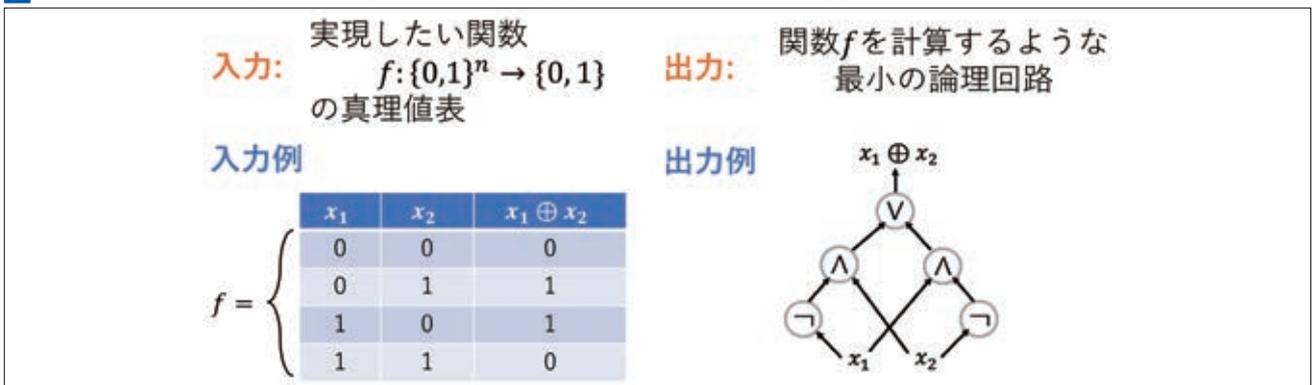
安全な暗号の解析で最も重要となるのは「平均時計算量」を解析することです。例えば、「素因数分解の計算に時間がかかる」という予想に基づいて暗号を構成するとき、「ある合成数を素因数分解することに時間がかかる」（最悪時計算量）だけではなく、「多くの合成数において平均的に素因数分解することに時間がかかる」（平均時計算量）という、より強い仮定を置く必要があります。より安全な暗号を構成するには、最悪時計算量と平均時計算量をつなぐことによって多くの入力における計算問題の難しさを理解する必要があります。私は回路最小化問題と呼ばれる、入力として与えられたブール値関数を計算するような小さい論理回路を求める問題（図）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

研究者の
発明等 ◆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



劣モジユ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ユラ最適化を用いて、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。

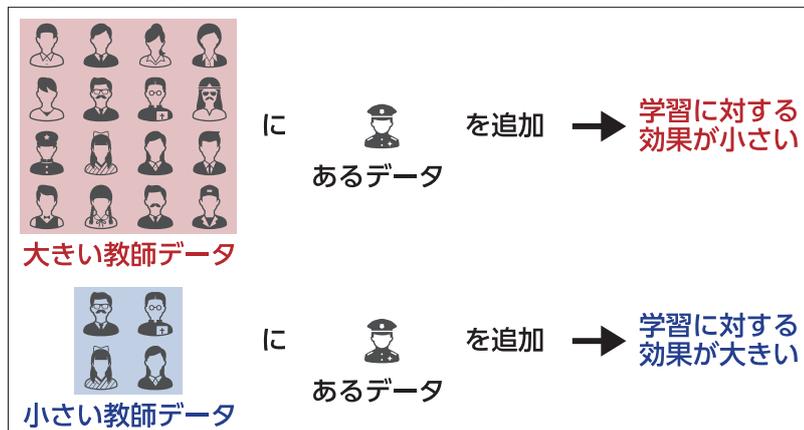
研究背景・目的

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、劣モジユラ最適化が重要な役割を果たしています。劣モジユラ最適化とは、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)。この性質が劣モジユ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、劣モジユ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 劣モジユラ性のイメージ。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。



情報学プリンシプル研究系
助教

藤井 海斗

FUJII, Kaito



高性能計算からサイバーセキュリティ: Society5.0実現に必要な要素技術の研究

スーパーコンピュータの性能向上は現在、ハードウェアの進化だけでなく、ソフトウェアの最適化が必須の時代を迎えています。「富岳」開発の知見をもとにスーパーコンピュータの性能・セキュリティ向上につながる研究を推進します。

研究背景・目的

第5世代移動通信システム(5G)の普及が進むなか、大量のIoT機器等とクラウド上のサーバやスーパーコンピュータとが連携してビッグデータ処理を行う新しい応用分野が生まれています。ムーアの法則の終焉を迎えようとしている現在、コンピュータの電力当たりの性能向上はハードウェア構成だけでなくソフトウェアによる最適化が必須となっています。このような背景のもと、スーパーコンピュータの性能を引き出し使い勝手の良い利用環境を実現するためのシステムソフトウェアならびにサイバーセキュリティに関する研究を行っています。

研究内容

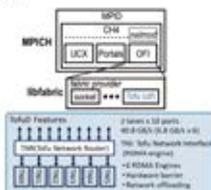
2021年4月のNII着任以前は、スーパーコンピュータ「富岳」の開発プロジェクトリーダーを務め、通信ライブラリ、ファイルI/Oライブラリ、オペレーティングシステムの研究開発を行いました。「富岳」やその商用版富士通FX1000で使われているMPICH-Tofuというソフトウェアや軽量OSカーネルIHK/McKernelの研究開発も担当。また気象レーダの観測データを瞬時にスーパーコンピュータに転送するソフトウェアJIT-DTも開発しました。JIT-DTは2016年度から理化学研究所の気象予測の実運用に使われ、2021年の東京五輪期間のゲリラ豪雨予報実証実験にも使われました。これらのソフトウェアはオープンソースとして配布しています。

NIIに着任後は、サイバーセキュリティ分野に注力し、IoT機器の挙動をモニタリングし想定外の挙動を検出、セキュリティポリシーに従って制御する研究を進めています。

研究概要

MPICH-Tofu

MPI通信ライブラリ実装であるMPICHが使用する低レベル通信機構OFI(Open Fabrics Interfaces)を実現するためにTofuDのユーザーレベルライブラリTofuを使いnutdという低レベル通信を実装しました。



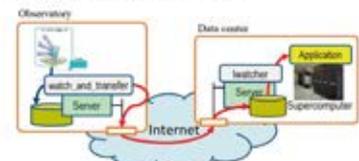
IHK/McKernel

IHK/McKernelはLinuxカーネルドライバであるIHK(Interface for Heterogeneous Kernels)と軽量カーネルMcKernelから構成されます。IHKはLinuxが管理しているCPUコアと物理メモリの一部を切り離し、McKernelを起動します。McKernel上でアプリケーションプログラムを動かすことにより、LinuxのOSノイズに影響を受けずアプリケーションの性能向上が図れます。



JIT-DT

JIT-DT (Just-in-Time Data Transfer)は時系列で生成されるデータをスパコン上のアプリケーションに転送するソフトウェアで、以下の特徴を有します。
1. 設定ファイルに転送すべきデータファイル群を正規表現で指定可能です。
2. アプリが必要とするデータセットがスパコンに到着した時、アプリケーションにデータセット到着を伝える同期機構を有します。



研究者の 発明等

- ◆ MPICH-Tofu, JIT-DT
<https://github.com/yutaka-ishikawa/>
- ◆ IHK/McKernel <https://github.com/ihkmckernel/>
<https://ihkmckernel.readthedocs.io/ja/latest/>



アーキテクチャ科学研究系
教授

石川 裕

ISHIKAWA, Yutaka



サイバネティクスで分散システムにおける人間の誤謬の問題を最小化する

計算機と通信網からなる分散システムの上で多様なサービスが提供されています。このサービスを継続させるためには時として人間の意思決定を媒介させる必要がありますが、人間は誤謬を生みます。この媒介の問題を最小化させるための評価尺度の構築をめざします。

研究背景・目的

サイバネティクスとは通信工学と制御工学、生理学と機械工学などさまざまな分野を横断的に扱うことを目的とする学問で、1948年にノーバート・ウィナーが提唱した、それほど新しくもない学問領域です。インターネットに代表される分散システムや、その上で動作するサービスを「運用」するためには、ハードウェアやソフトウェアを適切に動作させるだけでなく、時として人間が介在し意思決定を行う必要があります。しかし人間による意思決定には誤謬が混入する蓋然性が高く、人間の介在がサービス品質の低下を招くこともあります。このような問題を、系から人間を除外することなく、運用コスト増大の要因となる人間の介在を最小化することをめざしています。

研究内容

分散システムにおける定量的なレジリエンスの指標を確立することに挑戦しています。分散システムの構成要素の一部が機能停止してもサービスが持続可能である確率を、全ての発生し得る障害から網羅的に算出しようとしています。この指標を使うことで、分散システムの適切な設計、適切な投資を行うことが期待できます。また、特に地理的に広域に分散したシステムにおいては、その末端にある計算機・ネットワーク資源（エッジコンピューティング環境）の運用品質を高めることが困難であるとされています。ここに自律共生を成立させるための適切な値付けの経済的動機づけや、分散システムの地域経済圏を導入することで運用品質の向上と資源投資を促す手法を提案しています。

産業応用の可能性

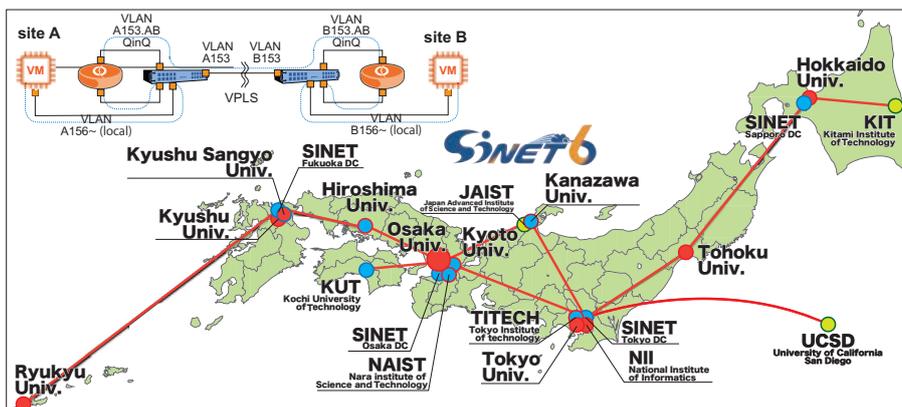
障害や災害に強い分散システムを適正なコストで構築することが期待できますし、そのような分散システムを要求する顧客へのコンサルティングを補助する道具として利用できるかもしれません。さらにエッジコンピューティングにおける適切な資源投資を行うことが期待でき、ある地域におけるエッジコンピューティング基盤において支配的な地位を確立することに貢献する可能性もあります。またボランティアベースで構築されている広域分散プラットフォーム「Distcloud」を利用することが、あるいは参加することができます。このプラットフォームを用いることで実環境を用いた広域分散環境での検証実験を行うことが可能です。

研究者の発明等

◆業績その他はこちらにまとめてありますのでご覧ください。

https://researchmap.jp/reo_kashiwazaki

図 2011年から運用を開始した広域分散プラットフォーム「Distcloud」は国内外の研究者が自主的に計算機資源を提供し、それらを相互接続して構成されているのが特徴。さまざまな運用品質向上手法を検証する場として利用されています。SINET L2VPN+QinQにより、ユーザは互いに独立なL2ネットワークを自由に作成し、検証を行うことができます。国内外に広がる人的なネットワークにより広域分散アプリケーションの実証実験を比較的容易に実施可能です。



大学や研究機関のシステムを安全に効率化し連携した仕組みを構築する

各大学や研究機関では多くのサービスが提供されていますが、各サービス管理者にとって利用者の管理業務が重い負担になっています。また似たサービスが組織別に運用される非効率な状態にあり、それらを統合・連携させることで安心安全でかつ効率的なシステムの仕組みを開発します。

研究背景・目的

大学や研究機関では近年、認証基盤の整備により、サービスごとに管理されていたIDの統合化が進んでいます。一方で利用者が「どのサービスを利用できる権限を持っているか?」という認可を統合的に管理することは非常に複雑で、認可情報はサービスごとに管理されるのが一般的でした。この管理者の大きな負担となっている各サービスの管理について効率的かつ安全性を確保し、コストを低減する仕組みを追求しています。また多くの大学で類似サービスが別々に運用されています。各機関の類似サービスを統一化することで、サービス管理者の管理負担の軽減をめざしています。NIIで提供している認証連携のフレームワーク、学術認証フェデレーション(学認[GakuNin])に参加することで、所属組織のIDで学外提供のサービスが利用できます。この学認の仕組みと連携しつつ、類似サービスの統一化を進めていきます。

研究内容

組織の基盤となっている情報ネットワークや情報サービスの管理運用について、効率的な仕組みの研究を行っています。主な研究成果としては、前所属機関である大学において、統合IDと属性を用いた『グループ管理システム』、ネットワーク機器管理のための『ネットワーク機器管理システム』、一時利用者向け『ICカード管理システム』などを開発、実装し、運用コストの低減を実現しました(図1)。これまで提案してきた仕組みを元に、多くの大学で運用されている類似サービスを学認と連携し、統一化したサービスとして提供できるよう検討中です。

産業応用の可能性

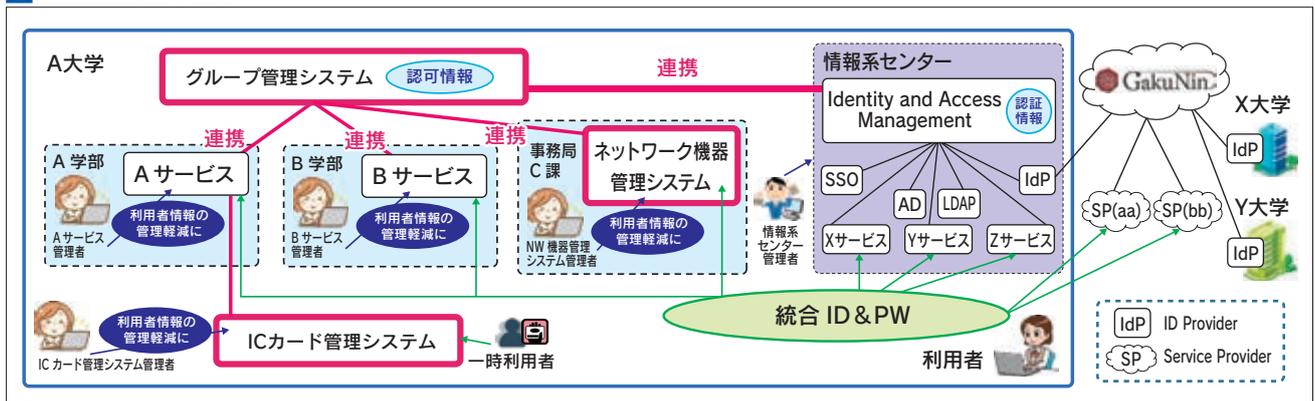
多くの大学で運用されている類似サービスをモデル化し、共通化し、広く展開していくことで、多くの機関の多くのサービス運用者の管理業務の効率化につながります。利用者にとっては学外サービスを所属組織のIDで利用できるようになるなど利便性向上にもつながります。

大学の在籍者は、他大学との交流も多いため(他大学での非常勤講師、共同研究など)、サービスの共通化は、高大接続、大学院進学、大学間の授業交流や単位互換など、いろいろな方面へ応用していける可能性につながります。

産業界との連携により、教育研究機関におけるDX(Digital Transformation)の推進につなげていきたいと思っています。

研究者の発明等 ◆ 該当なし

図 主な研究開発の概要



Contact Information アーキテクチャ科学研究系 助教 清水 さや子 Email : smz@nii.ac.jp



アーキテクチャ科学研究系 助教

清水 さや子

SHIMIZU, Sayako



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を加速させる

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、提供を行い、データ駆動型IoT/CPS研究開発を加速させます。

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、「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を利用しますが、既存のブローカ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の利用が可能です。また、センサ端末の認証・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可能にします。

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が進めるとともに、安全なIoTシステムの構築手法を理論面、システムソフトウェア面で確立することをめざすCRESTプロジェクトも開始しました。

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
教授

竹房 あつ子

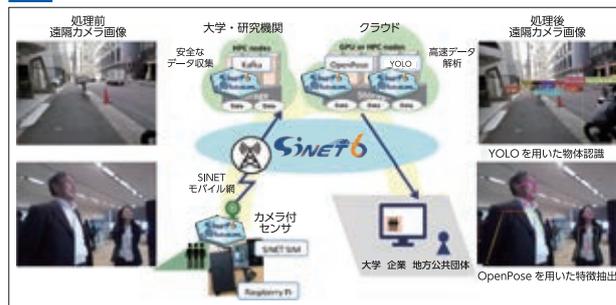
TAKEFUSA, Atsuko



図1 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: <https://pjreddie.com/darknet/yolo/>, OpenPose: <https://github.com/CMU-Perceptual-Computing-Lab/openpose>

研究者の 発明等

- ◆ SINETStreamはオープンソースソフトウェアとして公開 <https://www.sinetstream.net/>
- ◆ JST CRESTプロジェクト「形式検証とシステムソフトウェアの協働によるゼロトラストIoT」
<https://zt-iot.nii.ac.jp/>

研究成果の再現・再利用を容易にするデータ解析機能

研究者が用いたデータ・プログラム・実行環境をまとめて再利用可能とすることで、論文に書かれた研究成果を誰もが確実に再現でき、「巨人の肩の上に立てる世界」をめざします。

研究背景・目的

「××大学の〇〇先生が最近発表したデータ分析手法を自社サービスの開発に使いたい」「論文のアルゴリズムを自社データに適用したい」。開発者がそう思っても、すぐに可能とは限りません。論文の結果がなぜか再現できない、パッケージの依存関係が壊れていて実行できない、ソースコードが見つからないなどの問題がよくあります。ソフトウェア開発のプロでない研究者にとって、論文発表と同時にプログラムを再利用可能な形で配布することは、ハードルの高い作業なのです。NII Research Data Cloud (NII RDC) の一部として私が開発しているデータ解析機能は、研究者がプログラムを再利用可能な形で公開することを促進します。これにより研究成果を誰もが確実に再現でき、派生研究や応用製品の開発を気軽にスタートできる世界をめざします。

研究内容

NIIが全国の研究者に提供するデータ管理基盤 GakuNin RDMを拡張する形で、①実行環境構築機能、②計算機持ち込み機能、③計算再現パッケージ機能を開発しています。①は、プログラム実行に必要なミドルウェアやパッケージを指定すると、それらがインストールされた実行環境（コンテナ）がNIIのクラウド上に自動構築される機能です。JupyterLabとRStudioを標準の実行環境としてサポートしています。②は、①の構築先としてNII以外の計算機を選択できる機能です。これにより、研究機関が提供するスーパーコンピュータなどをGakuNin RDMからシームレスに利用できます。③は、GakuNin RDMで管理されているデータ・プログラム・実行環境定義をまとめて「計算再現パッケージ」としてリポジトリに公開する機能です。これを入手すれば、誰でもそのプログラムが動く実行環境を再構築し、研究成果を再現できます。

産業応用の可能性

研究者が計算再現パッケージを公開する習慣が多分野に広まれば、産業界においても多様な研究成果を容易に再利用できるようになります。クラウドサービス（PaaS）を提供する企業は、自社のインフラを②計算機持ち込み機能に対応させることで、GakuNin RDMからシームレスに利用可能な計算資源を全国の研究者に提供できます。高度なデータ分析ソフトウェアやSaaSを提供する企業は、自社のソフトウェアを①実行環境構築機能で指定可能にすることで、その計算再現パッケージを再利用する研究者にもリーチできます。

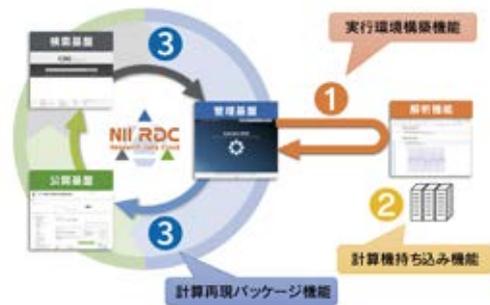
研究者の発明等

- ◆ 開発成果はオープンソースソフトウェアとして以下のリポジトリで公開しています。
<https://github.com/RCOSDP>

図1 GakuNin RDMと連携するデータ解析機能



図2 研究の再現性を支える3つの機能



Contact Information オープンサイエンス基盤研究センター 特任准教授 藤原 一毅 Email : ikki@nii.ac.jp



オープンサイエンス基盤研究センター
特任准教授

藤原 一毅

FUJIWARA, Ikki



医療AIの技術開発により 診断の現場の課題解決をめざす

AIによる医療の画像診断の高度化と普及を図るべく、医療ビッグデータ研究センターが中心となって医学系学会から提供されるCTやMRI画像などの大量の画像データを収集し解析研究者に提供することで、医療AIの研究開発を推進します。

研究背景・目的

少子高齢化が進んで画像診断の需要が高まる一方、専門医の不足も問題になっています。近年目覚ましい進展をしているAI技術はそうした医療現場を支援できるツールとして期待されています。しかしながら、AI技術を医療の世界で展開するためには、機械に学習させるための大量のデータと正解のセットが必要になり、複数機関の医師の協力と研究開発を得意とする情報系大学の参加が必要になります。この課題を解決するのが筆者の所属する医療ビッグデータ研究センターの活動目的になります。

研究内容

医療ビッグデータ研究センターでは、医学系の学会と全国の情報系大学とを結びつける場を提供しております。具体的には、クラウドでのデータ収集と計算環境（クラウド基盤）を提供し、医学系学会と情報系の大学の対話を促進することで、医療AIの研究開発を推進しています。

この基盤と体制は、2017年度から4年間の日本医療研究開発機構（AMED）の事業に支えられて発足・発展してきました。また、このような基盤と体制により、従来の個別研究では実現できなかったような、大量かつ多種・多様な画像情報や所見文、診断情報を収集・解析できるようになってきました。クラウド基盤については、2021年12月末時点で3億枚を超える画像を収集しています。これに伴い、ストレージを拡張するだけでなく、データベースシステムのアーキテクチャを見直してデータ登録や検索処理の高速化などの対策も行っています。

医療AIの研究開発については、参加している大学から難関カンファレンスに採択されるような研究成果が数多く出ています。筆者を含むNIIのメンバーによる活動では、例えば、脳のMRI画像からのがん転移の検出の研究や眼底画像からの異常検出・緑内障の重症度判定といった研究があります。

今後もこのような研究体制・基盤を維持し発展させられるよう、エコシステムを創ることをめざしています。

産業応用の可能性

これまでに研究開発してきた医療AIの技術は医学系学会からのニーズに応えたものであり、産業界に適用できそうなものもあります。また、多施設・多種類の大量のデータが蓄積されてきているので、製品の品質評価などに活用できるのではといった議論もあります。これにはデータ提供元の学会の合意が必要なほか、個人情報保護法などの法律やガイドラインなどを守っていく必要があります。こういった法律は情報通信技術の進展などを考慮して数年ごとに改定されており、安全にデータ利用していただける道が拓けるのではとの期待もあります。

研究者の 発明等

- ◆「ビッグデータが拓く医療AI」
著者：佐藤 真一・村尾 晃平・二宮 洋一郎・田井中 麻都佳
発行元：丸善出版 発行年月日：2021年9月
ISBN：978-4-621-05390-4

図 NIIが運用しているクラウド基盤とそれを利用する医学系学会および情報系研究者の関係図



IoTデバイス側での高速学習を実現するハードウェアアクセラレータ

私たちは従来より少ないビット数の計算手法により、計算資源の効率化と低電力化を実現する研究を進めています。それにより将来的にはデータをクラウドに送らずに、IoT機器内で機械学習が行えるデバイスの開発につなげたいと考えています。

研究背景・目的

IoTデバイス等での簡易で高速な処理を目的として、機械学習のハードウェア化が着目されています。ニューラルネットワークの推論においては、2値データを用いた高速・省資源処理方式が提案されていますが、ネットワーク自体の学習はほとんどの場合設置前にオフラインで行うのみです。IoTデバイス側で学習を行うことには、設置環境に応じた適応を迅速に行える、といった利点があります。もし、設置環境に応じた適応が必須の場合、従来方式では生データをクラウド側に送る必要があり、通信量やプライバシーの問題が生じかねません。本研究ではIoTデバイス側で容易に学習を行えるようなニューラルネットワークの新しい学習手法に取り組んでいます。

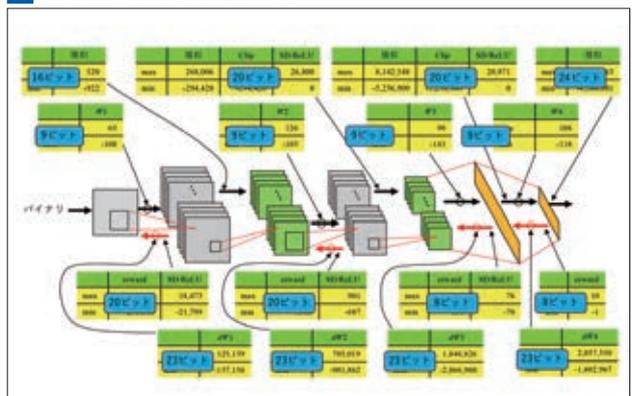
研究内容

ニューラルネットワークで通常使われている学習アルゴリズム（誤差逆伝播法）では、学習のために浮動小数点演算が必要です。そのため計算をハードウェア化するには多くの回路資源が必要で、計算に大きな電力を要しました。そこで私たちは、できるだけビット数の少ない整数演算のみで誤差逆伝播法の近似演算を行う、新しい手法を検討しています。図は、MNISTという手書き文字認識用データセットを扱うニューラルネットワークにおいて本手法を用いた場合に、推論（右方向）と学習（左方向）における重みと転送されるデータ（整数値）に必要なビット数を解析したものです。これらは全て整数値であり、通常使われる32ビット幅に比べて少ないビット幅での計算が可能となっており、省資源化・低電力化が期待できます。プロトタイプによる実験では、近似演算であるため若干の正解率の低下が見られましたが、レジスタ数は約1/4、消費電力は約1/2という結果になりました。

産業応用の可能性

現在のIoT機器に搭載されるAIシステムの多くは、設置前にオフラインで学習させるのみで、環境変化に追従する学習を随時行うことは難しい状況です。それに対し我々の提案する手法を用いれば、IoT機器内で自由に学習を行うことができる可能性があります。従来方式で環境変化に追従するにはクラウド側に生データを送り、そこで学習を行う必要がありますが、それに比べて提案手法ではクラウドとの通信量を削減できるほか、生データを送ることによるプライバシー問題等の回避が容易になります。近似演算のため正解率が若干下がりますが、それが許容できるアプリケーションには適している手法です。

図 整数演算に必要なビット幅



アーキテクチャ科学研究系教授

米田 友洋

YONEDA, Tomohiro



研究者の
発明等

◆ 該当なし

協調走行する完全自動運転車を実現する「超人間級AI運転手」の開発

完全自動運転車を一般公道で走らせるには周囲の歩行者や車との安全な協調が必要です。私たちは走行データ・無線通信・道路インフラをフルに利用した「超人間級AI運転手」を開発することで、未知の状況下での安全な完全自動運転の実現に取り組んでいます。

研究背景・目的

移動の自由・安全をもたらす「自動運転システム」の研究開発が産業界・学术界で盛んに研究されている一方、人間の歩行者・人間が運転する車両が存在する一般公道などでは未だに自動運転システムが達成されていません。これは人間が常に未知の状況を作り出し、自動運転車の安全を担保することが難しいからです。私たちの研究では、蓄積した車両走行データ・無線通信・道路インフラ/都市IoT機器を複合的に利活用することで、未知の状況下でも安全な自動走行・協調走行を実現する完全自動運転車の実現をめざしています。

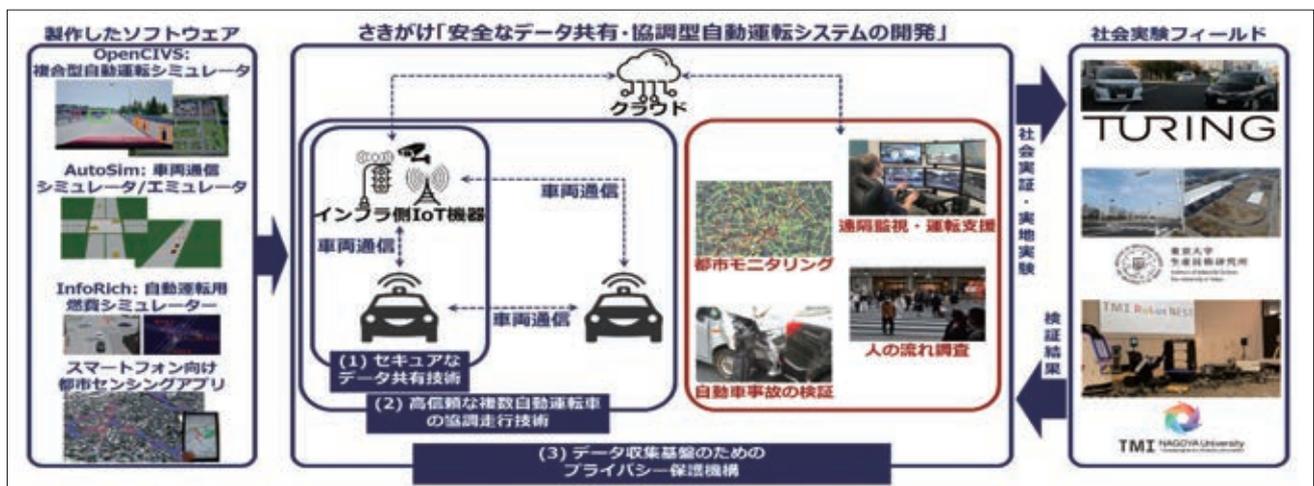
研究内容

安全な自動運転システムを実現するためには、自動運転車自身の安全を担保するだけでなく、車両の周囲に存在する人間の歩行者・人間が運転する車両の動きを適切に予測したうえで、行動決定をする必要があります。この目的を達成するために、私たちの研究では「車両走行データと機械学習を用いた行動予測」「無線通信を用いた自動運転車同士の連携・交渉」「道路インフラ・都市IoT機器を用いた安全性の担保」に複合的に取り組んでいます。

研究者の 発明等

- ◆ Cooperation in Autonomous Vehicles
<https://ln.ieee.org/Public/ContentDetails.aspx?id=E2681D0FD2534FDF995F07D98ABCAEEC>

図 さきがけ「安全なデータ共有・協調型自動運転システムの開発」の研究概要



アーキテクチャ科学研究系
助教

青木 俊介

AOKI, Shunsuke



AIシステムの品質を高める新しい検査技術を追求

AIシステムの品質に対する要請がますます高まる中、全体の精度に加えて細やかなニーズを踏まえ、テスト、原因追究、修正の高度な自動化によりAIシステムの品質を高めていく技術の研究開発に取り組んでいます。

研究背景・目的

機械学習や最適化などの技術を活用したAIシステムの産業応用が盛んに追求されています。自動運転をはじめAIシステムの人間社会への影響はますます大きくなっており、倫理やガバナンスに関する要請も高まっています。しかし、AIシステムの品質保証においては、学習や最適化により自動獲得した挙動が不確かであること、膨大な実世界と向き合うこと、明確な正解がないことなど、従来のソフトウェア開発において主流ではなかった難しさが前面に表れます。これまでのソフトウェア工学の知見を活かしつつ、AIシステムのための工学手法を確立していく必要があります。

研究内容

産業界と密に議論しながら、AIシステムの品質のための技術に取り組んでいます。これまで従来ソフトウェア、すなわちプログラムコードに対して、以下のような高度な自動技術が取り組まれてきました。

- ①網羅性が高いなど効果的なテストを賢く生成して不具合を効率的に発見する。
- ②検出した不具合の原因を追究する。
- ③不具合の修正方法を探る。

我々は、AIシステム、あるいはその核となるAI部品に対しても、効果的・効率的にテスト・原因追究・修正を行うための技術の研究開発に取り組んでいます。つまり、上記の3つの技術を、最適化技術を用いた運転判断部品や、深層ニューラルネットワーク技術を用いた認知部品に適合させます。これにより、複雑で不確かなAIシステムにおいて、見つけにくい不具合を検出したり、ニーズに合うよう品質を細かく調整できるようにすることを可能とします。

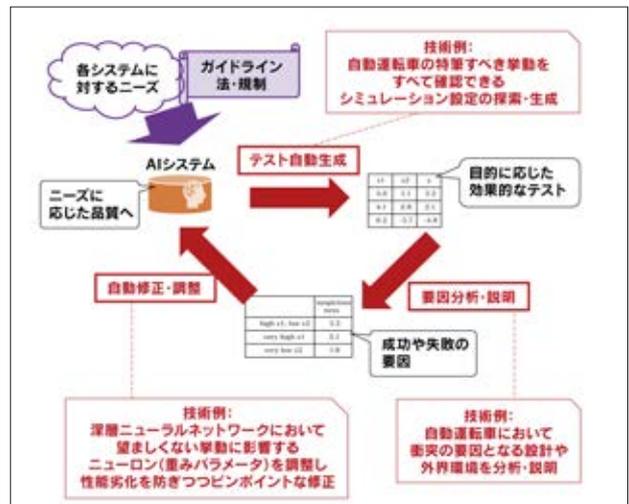
研究者の 発明等

- ◆自動運転システムに対する自動テスト生成機構
- ◆深層ニューラルネットワークに対する欠陥分析・修正機構

産業応用の可能性

我々は研究開発において、産業界の方々と密に議論をして進めています。特にAIシステムについては次々と現れるガイドラインにおける要請、多様なシステムそれぞれにおける細やかなニーズを踏まえた議論を行っています。これにより、各企業のニーズに応じた形で技術を深掘り、テーラリングして活用可能にすることを重視しています。図にあるようにこれまで自動運転を対象とした研究開発に多く取り組んでいますが、他の対象への展開も広がっています。

図 テスト・原因追究・修正のためのソフトウェア工学技術の適合・活用



アーキテクチャ科学研究系
准教授

石川 冬樹

ISHIKAWA, Fuyuki



複雑で不確かなソフトウェアの安全性を「段階的詳細化」で厳密に保証

複雑で不確かな部分のあるソフトウェアシステムの安全性を説明可能な形で保証するために、数学の言葉を使って対象システムのモデルを抽象版から具体版へと段階的に構築し、安全性を証明する手法の拡張に取り組んでいます。

研究背景・目的

近年、高い安全性の保証が必要なソフトウェアシステムが増加する一方、システム開発時に「そもそも対象システムはいかなるものか」の理解が曖昧なまま開発を進め、深刻な問題が発生することが増えています。これに対し、数学の言葉でシステムのモデルを作り望ましい性質を持つことを数学的に証明するアプローチがあります。本手法は強い保証と安全な理由の説明が得られるメリットがありますが、現代的なシステムに適用するには課題があります。まず対象システムそのものが非常に複雑であり、さらに、自動運転における時間遅延・計測誤差や、動作を書き下せない機械学習モジュールなど、各種の不確かさが存在します。私たちは、このようなシステムに対しても、厳密にモデルを構築・説明・検証するための手法を研究しています。

研究内容

私たちは、段階的詳細化と呼ばれるモデル構築技法を応用して上記の問題に挑んでいます。段階的詳細化とは、先に対象の抽象的なスケッチを構築・証明し、後から対象の詳細を構築してスケッチと詳細の整合性を証明する、というプロセスを繰り返す技法です。それにより一気に作れない複雑な対象を、足元を固めながら段階的に構築・証明することができます。応用例として私たちは、計測誤差が発生するシステムについて、開発者が誤差をないものとして構築したシステムモデルを入力すると、自動で誤差があっても安全に動作するモデルに詳細化する手法を提案しました。構築した詳細モデルは許容できる誤差の限界を導くなどの分析にも使えます。

産業応用の可能性

安全性について顧客や第三者に対する保証とその説明責任が求められるソフトウェアシステムが増えています。私たちの手法を用いると、システムのモデルとその安全性の根拠の厳密な構築を、より多くのシステムに対して行えます。例えば、計測誤差を扱う手法は、自動運転やドローンなど、実世界の環境の中で動く制御システムについて回る「理想と現実の差」を引き受けれます。これにより、開発者は誤差の細部に惑わされず制御の本質的な部分に集中できるほか、許容できる誤差の限界の分析を通じ、搭載可能なセンサに制約のあるシステムの構成を探索できます。また、数値誤差に限らず、物体認識システムの誤認識など、多様な環境と計測手段に対応する応用も期待できます。

図1 背景：形式的モデルの段階的詳細化（既存手法）

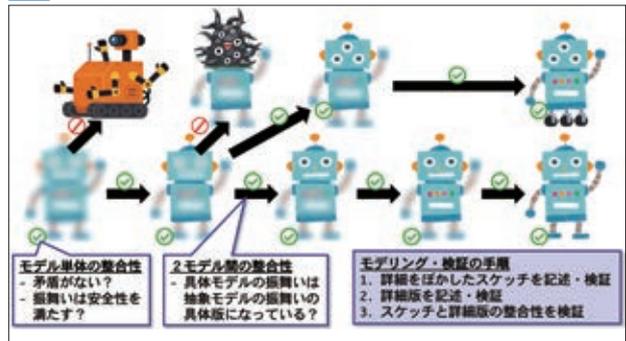
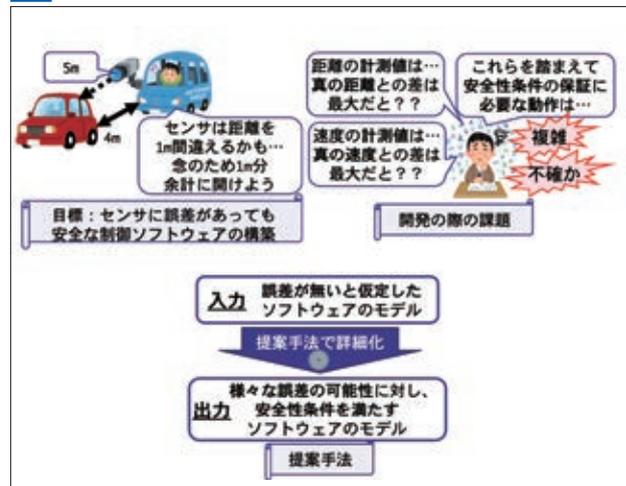


図2 計測誤差に対する頑健化



研究者の
発明等

- ERATO Metamathematics for Systems Design Project
<https://group-mmm.org/eratomm/ja/>



アーキテクチャ科学研究系
特任研究員

小林 努

KOBAYASHI, Tsutomu



「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

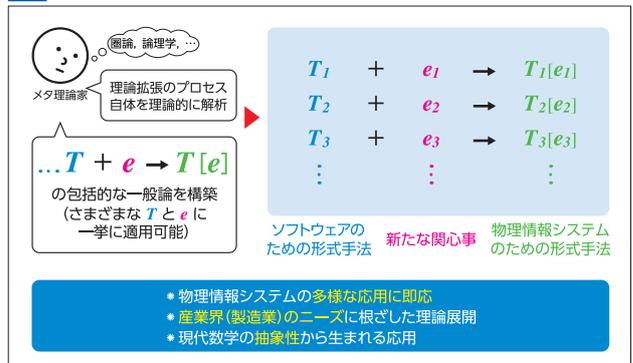
HASUO, Ichiro



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 独自の的方法論：メタ理論による移転



研究者の
発明等

◆ 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

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。

研究者の 発明等

- AIにより生成されたフェイク顔映像を自動判定するプログラム SYNTHETIQ: Synthetic video detectorを開発～AI動画の生成、フェイクメディアの検知、メディアの信頼性確保の研究を推進～
<https://www.nii.ac.jp/news/release/2021/0922.html>



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

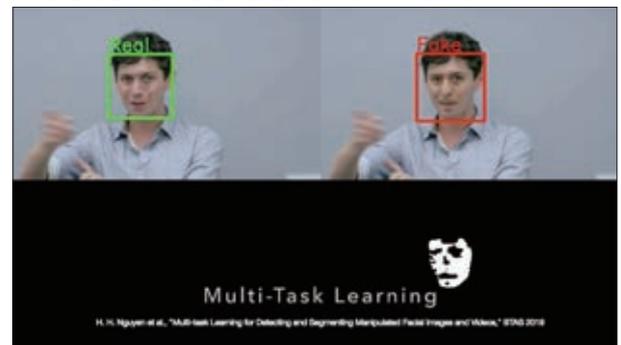


産業応用の可能性

フェイク顔映像を自動判定するプログラムを開発

ディープフェイクに代表されるAIにより生成されたフェイク顔映像を自動判定するプログラム「SYNTHETIQ: Synthetic video detector」を開発しました。本プログラムは、判定対象となる映像のアップロードから、判定結果を示した映像をダウンロードするまでの全てのプロセスをウェブAPIとして利用可能なものです。このウェブAPIの活用により、AIを活用したウェブサービス「AI as a service, AlaaS」を容易に実現できると期待されます。

- 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



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またがる技術で、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）を試作しました。

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推定し、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、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, Atsuhiro



図1 映像・センサー解析による車両検出

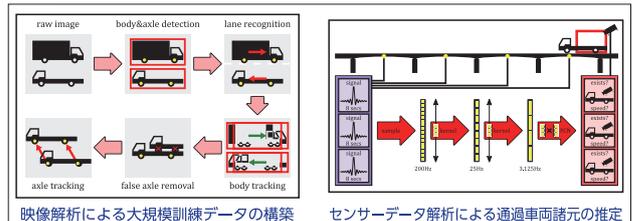
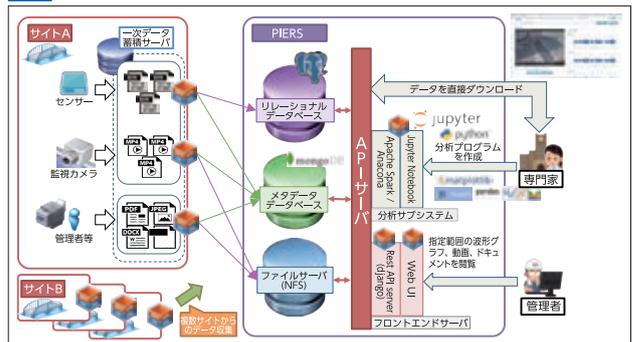


図2 社会基盤モニタリングプラットフォーム



研究者の
発明等

- ◆ Takaya Kawakatsu, Kenro Aihara, Atsuhiro 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
- Tung Doan, Atsuhiro Takasu: "Deep Multiview Learning From Sequentially Unaligned Data" IEEE Access, Vol. 8, pp. 217928 - 217946, 2020. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3042217

フェイク音声を機械学習で自動検出し ハッカーや犯罪から社会を守る

日々進化するAI技術は暮らしを便利にする一方で、「フェイク音声」による詐欺などの悪用も生んでいます。私たちは複数の技術を組み合わせることで、従来より精度の高いフェイク音声検出システムの実現をめざしています。

研究背景・目的

劇的に進化を続ける深層学習を利用した音声合成技術や声質変換技術は、我々の日常生活に非常に役に立つとみられています。その一方で、ハッカーによるフェイク音声の生成に技術が悪用される恐れも高まっています。実際に近年、フェイク音声を用いた「オレオレ詐欺」の事件がヨーロッパで発生したことが報告されています。フェイク音声から社会を守るために、「フェイク音声を検出する技術」がこれからますます重要になることは間違いありません。

研究内容

私たちは機械学習技術に基づいてフェイク音声を自動検出する技術を研究開発しています。既存の教師あり学習手法によって学習された検出モデルは、未知の音声データに対して検出のパフォーマンスが大きく低下するという問題が複数の研究から報告されました。それに対して、私たちは教師あり学習と自己教師あり学習（self-supervised learning, SSL）を併用する手法を提案しました。自己教師あり学習手法とさまざまな音響環境をカバーする音声データを用いてSSLモデルを学習することで、未知の環境からの音声データに対し、ロバストな音声特徴量の抽出が期待できます。SSLモデルにより汎用性の高いフェイク音声検出システムの構築も期待できます。また、入力データに対するモデルにより真贋判定の信頼度を推定し、モデルの判定が信頼できない場合には、判断を行わないようにすることも提案しています。

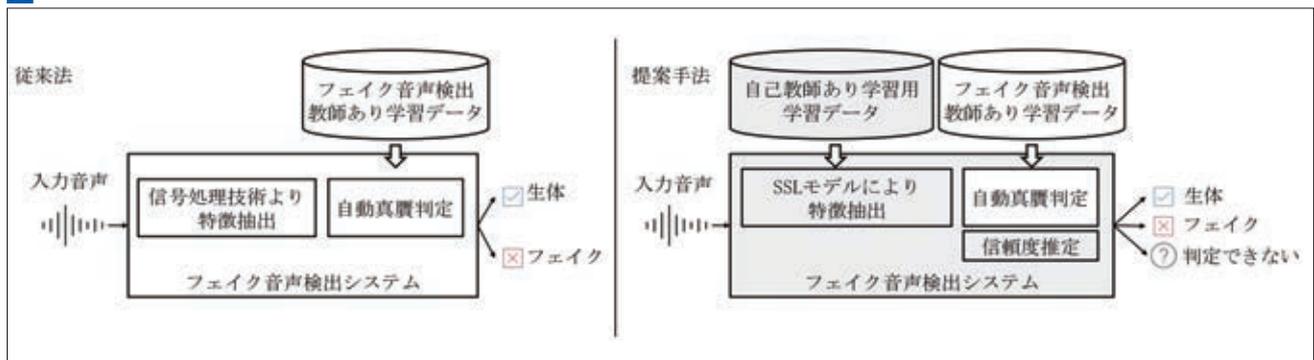
産業応用の可能性

本研究では、汎用性の高いフェイク音声検出システムの実現をめざしています。パイロット研究では、私たちの手法が従来法よりも優れていることが複数のテスト用データセットにおいて示されました。事前に学習させたSSL音声モデルは、そのままフェイク音声検出システムの構築に利用することができます。これにより、さまざまな場面において効果的な偽装音声検出器の開発が加速されると考えられます。また、モデルにより真贋判定の信頼度を推定することで、誤った判定の採用がもたらすコストを削減することも期待されます。

研究者の
発明等

◆ 該当なし

図



コンテンツ科学研究系
特任助教

ワン シン

WANG, Xin



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。

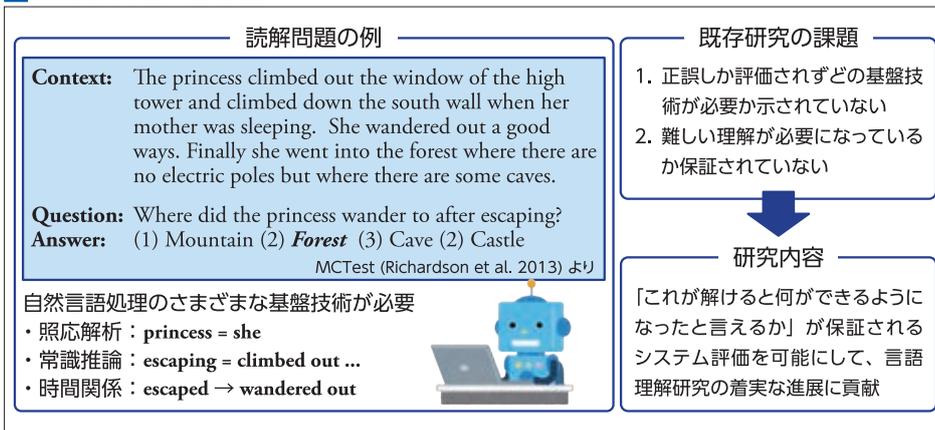
研究内容

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
発明等

◆ 該当なし

手話言語コーパスの作成により手話認識・手話合成システムの開発に貢献

手話を生活言語とするろう者の方々の協力を得て、日本手話の言語コーパスを作成し、自然言語処理の知見を活用して手話言語の認識や合成に役立つシステムの開発をめざしています。

研究背景・目的

私たちは日本手話の豊かさを知るために、2011年から日本のいろいろな地域を訪れ、地域ごとの手話表現を集めてきました。このデータは言語コーパスと呼ばれるものです。言語コーパスとは一つ一つの言葉や表現に言語情報やコミュニケーションに関する情報を付与したものを指します。日本手話を対象にここまで精緻な情報を付けた言語コーパスは他に例を見ません。近年の映像や画像を対象にした深層学習にも用いることができるデータであることが証明され、言語学のみならず、人間のこばを理解する人工知能研究に役立てることができると考えています。

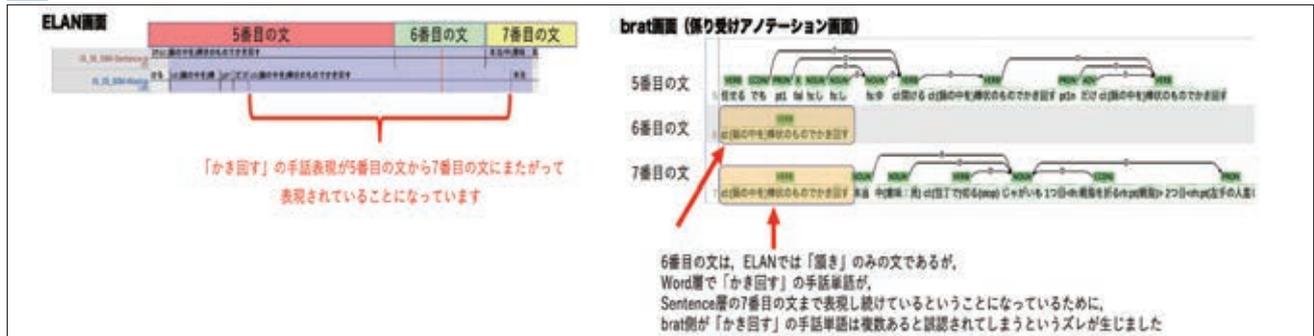
研究内容

『発話単位』という手話言語コーパスを整理する際の基本単位の提案を進めています。発話単位とは、おしゃべりの順番のようなもので、対話を進めている人々にとっては無意識的に判断できるものです。しかしながら、科学的にそれを定義しようとすると、文法要素、相互行為要素、非手指動作など、さまざまな要素に目を向けなければいけません。手話を生活言語とするろう者の協力を得て、私たちが収録したデータのアノテーション作業を進めています。また、自然言語処理研究者と協力し、各手話単語の品詞アノテーションを実施し、それらの単語の係り受け構造の理解を試みています。

研究者の
発明等

◆ 該当なし

図2 係り受けアノテーションの例



産業応用の可能性

手話認識、手話合成といったシステムを構築する際、我々の手話言語コーパスを学習データとして利用できる可能性があります。手話言語の本当の姿を理解し、言語情報を付与することが実現できている言語コーパスを利用することで、手話認識や手話合成といったシステム構築を飛躍的に進展させることができるでしょう。

図1 手話言語アノテーションの例



Photo by SHIMOSAKA, Akutoshi

情報社会相関研究系
准教授

坊農 真弓

BONO, Mayumi



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

新型コロナウイルスの感染拡大期では、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。政府や自治体は、繁華街での人出の増減を発表していますが、これでは、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が不明です。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。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。

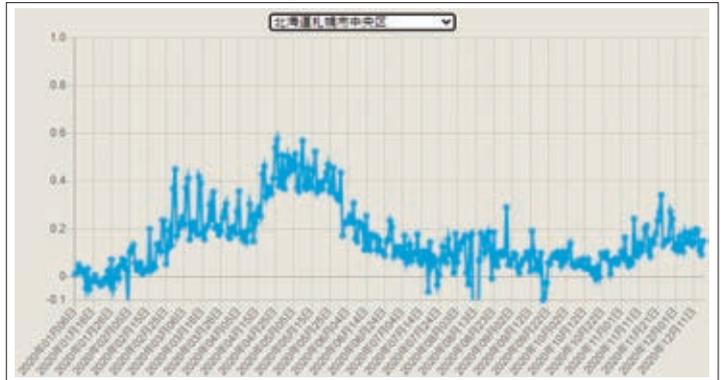
研究内容

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－（ある日の“外出者数×平均外出時間”）／（平常時の“外出者数×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、それともなって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
発明等

◆ 該当なし

情報社会関連研究系
准教授

水野 貴之

MIZUNO, Takayuki



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ることで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
発明等

◆ 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

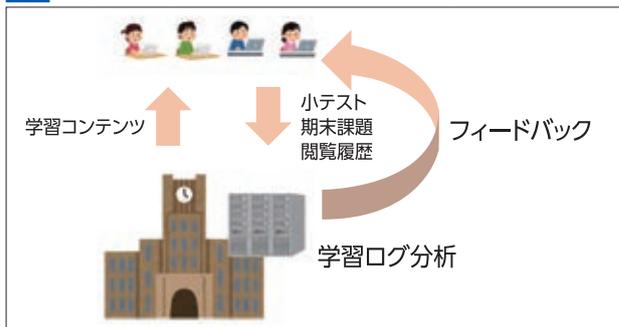
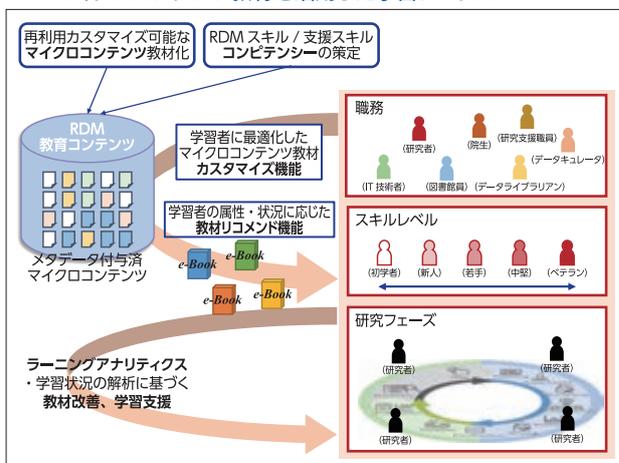


図2 研究データ管理（RDM）教材を例とした
マイクロコンテンツ教材を活用した学習システム



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が生み出した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®」

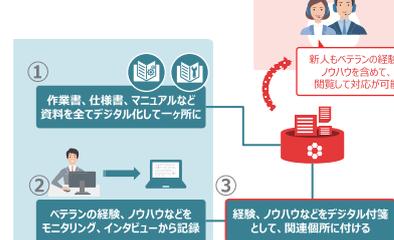
企業内の暗黙知を可視化するソリューションの開発に、NIIの宇野毅明がデータマイニング分野の研究に基づく知見を提供した。SCSKサービスウェア株式会社は、属人化した業務をナレッジ化し、ベテランのノウハウ継承を支援する「暗黙知使えるソリューション®」を開発。宇野はナレッジの構造化やメタ情報の分類を中心に、ソリューションの中核となる機能設計について技術的なアドバイスをを行った。

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ほか、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。

■ 従来型ナレッジとの違い



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

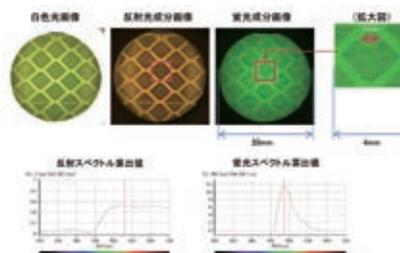
EEM® View F-7100形分光蛍光光度計



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。

取得画像の反射光成分画像と蛍光成分画像の分離



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、反射光成分は橙色、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／コンピューショナルフォトグラフィー／画像解析
客員准教授 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

地域活性化に活かす

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、フィンランド、



「ASVspoof Challenge」でのワークショップの様子

アイルランド、フランスなどの研究機関のほか、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。

2021年のコンペティションでは、電話の音声符号化、もしくは、MP3等の音声圧縮がある条件下で真贋判定を行った場合の性能を比較した。

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、20万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とができる。



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。

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・マーケティングコミュニケーション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 | 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 | 顔検出防止具 | 越前 功 | ● | 特許第6108562号 |
| 量子鍵配送方法および通信装置 | 渡辺 曜大 | ● | 特許第4231926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 |
| 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 | 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 |
| 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 | 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 |
| 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 | 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 |
| 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 | 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 |
| 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 | フリップフロップ回路 | 米田 友洋 | ● | 特許第6210505号 |
| 断片的自己相似過程を用いる通信トラヒックの評価方法及び評価装置 | 計 宇生 | ● | 特許第4081552号 | 超伝導量子ビットの初期化方法 | 根本 香絵 | ● | 特許第6230123号 |
| 焦点ぼ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 | 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 |
| 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 | 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 |
| 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 | イジングモデルの量子計算装置 | 山本 喜久 | ● | 特許第6260896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 | 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 |
| 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 | 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 |
| 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 | 音声信号処理装置及び方法 | 小野 順貴 | ● | 特許第6278294号 |
| 映像提供装置及び映像提供方法 | 相原 健郎 | ● | 特許第4359685号 | 光パルス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 |
| 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 | 顕微鏡画像生成装置、方法、及びプログラム | 杉本 晃宏 | ● | 特許第6318451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 | 情報処理装置用ネットワークシステム | 鯉淵 道雄 | ● | 特許第6325260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 道雄 | ● | 特許第5024530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 |
| 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 | 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 |
| 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 | 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 |
| 集積経路選択システム | 佐藤 一郎 | ● | 特許第4374457号 | クーボンシステム | 相原 健郎 | ● | 特許第6347383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 | 福色 哲也 | ● | 特許第5224280号 | 磁気共振装置 | 根本 香絵 | ● | 特許第6347489号 |
| 車両用空調装置及びその制御方法 | 福色 哲也 | ● | 特許第5177667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 |
| 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 | 光発生装置および光発生方法 | Timothy Byrnes | ● | 特許第6376697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 | 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 | 福色 哲也 | ● | 特許第6381097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 | イジングモデルの量子計算装置 | 宇都宮 聖子 | ● | 特許第6429346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 | 情報処理装置及び情報処理方法 | 河原林 健一 | ● | 特許第6445246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 | 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 |
| 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 | 糖鎖化合物および糖鎖化合物の製造方法 | 佐藤 真子 | ● | 特許第6455857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 | 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 |
| 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 | 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 |
| 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 | 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 |
| 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 | ノイズ付加装置及びノイズ付加方法 | 越前 功 | ● | 特許第6501228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 | 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 |
| ドップラーレーダーシステム、ドップラーレーダー送信装置及び送信波最適化方法 | 橋爪 宏達 | ● | 特許第5704695号 | 仮想通貨管理プログラムおよび方法 | 岡田 仁志 | ● | 特許第6544695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 | 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 | 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 |
| 検索木描画装置、検索木描画方法およびプログラム | 計 宇生 | ● | 特許第5754676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 |
| 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 | 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 |
| 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 | 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 |
| 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 | 画像処理装置、画像処理方法及びプログラム | 郎 銀強 | ● | 特許第6671653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 | 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 |
| 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 | 音源分離装置 | 小野 順貴 | ● | 特許第6763721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 | 画像処理装置及び方法 | 備瀬 竜馬 | ● | 特許第6799331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 | 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 |
| 距離測定方法及びレーダー装置 | 橋爪 宏達 | ● | 特許第6029287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 |
| 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 | イジングモデルの計算装置 | 宇都宮 聖子 | ● | 特許第6818320号 |
| 光パルス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 | 情報送信装置、情報受信装置、情報伝送システム及びプログラム、測位システム、照明器具並びに照明システム | 橋爪 宏達 | ● | 特許第6847411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 | ネットワーク評価方法、ネットワーク評価装置及びプログラム | 栗本 崇 | ● | 特許第6875702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 | 画像処理装置及び方法、画像処理装置の制御プログラム並びに記録媒体 | 児玉 和也 | ● | 特許第6908277号 |
| 音言語評価装置、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 | オーケストレータ装置、プログラム、情報処理システム、及び制御方法 | 栗本 崇 | ● | 特許第6944155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 | オーケストレータ装置、プログラム、情報処理システム、及び制御方法 | 栗本 崇 | ● | 特許第6944156号 |
| 視線インタフェースを用いた対話的情報検索装置 | 神門 典子 | ● | 特許第6099342号 | イジングモデルの計算装置 | 宇都宮 聖子 | ● | 特許第6980185号 |
| | | | | 形状測定装置及び方法 | 佐藤 いまり | ● | 特許第6979701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

相
談

企業の課題や目標を伺います。産官学連携セミナーや産官学連携塾などの機会を活用していただくこともできます。

コ
ー
ディ
ネ
ー
ト

ご要望に応じて産官学連携メニューを提案。

研
究
契
約
締
結

共同研究など、条件を設定し研究契約を締結。

研
究
実
施

企業研究者とNII研究者が協力して研究を実施。

成
果
創
出

知財等(特許、プログラム著作物等)の成果を創出。

ラ
イ
セ
ン
ス

成果活用のため知財をライセンス。

成
果
の
活
用

企業が成果を活用し、製品やサービス、自社業務のために開発を行います。

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/>





情報学によるイノベーション創出と未来価値創成
2022

2022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

