


2022年度 研究助成 対象者

Recipients of the 2022 Research Grant

国内 Japan (19件)


基礎分野 Fundamental fields



九州大学 大学院 システム情報科学研究院
准教授 **木山 治樹**
【研究テーマ】
量子ドット集積素子におけるスピン量子ビット測定法の開発 (22-01) P.8


Kyushu University
Associate Professor
Haruki Kiyama
Development of Measurement Method for Spin Qubits in an Integrated Quantum Dot Device

通信・インターネット分野 Communications / Internet



東京農工大学 大学院 工学府
准教授 **中山 悠**
【研究テーマ】
デバイス間コミュニケーションを促進するメカニズムデザイン (22-02) P.10


Tokyo University of Agriculture and Technology
Associate Professor
Yu Nakayama
Mechanism Design for Encouraging Device-to-Device Communication



名古屋大学 教養教育院
教授 **山里 敬也**
【研究テーマ】
ローリングシャッター方式に適する可視光通信信号伝送装置の研究開発 (22-03) P.12

Nagoya University
Professor
Takaya Yamazato
VLC Signal Transmission Equipment Suitable for the Rolling Shutter Method


コンピュータシステム分野 Computer system



東京都市大学 デザイン・データ科学部
教授 **市野 順子**
【研究テーマ】
偶発的コミュニケーションの誘発のためのバーチャル空間におけるゲイズウェアネス情報の提示手法とその有効性エビデンスの構築 (22-04) P.14

Tokyo City University
Professor
Junko Ichino
Methods of Presenting Gaze-Awareness in Virtual Space for Serendipitous Encounter and Evidence for its Effectiveness


人工知能分野 Artificial intelligence



東京大学 大学院 医学系研究科
助教 **太田 桂輔**
【研究テーマ】
大脳皮質の非一様性に基づく単一神経細胞ネットワークの次元縮約 (22-05) P.16

The University of Tokyo
Assistant Professor
Keisuke Ota
Dimensional Reduction of Single Neuron Networks Based on Non-Uniformity in the Cerebral Cortex


人工知能分野 Artificial intelligence



国際電気通信基礎技術研究所 脳情報通信総合研究所
主任研究員 **細谷 晴夫**
【研究テーマ】
脳の海馬に基づいた人工知能の基礎的研究 (22-06) P.18

Advanced Telecommunications Research Institute International
Senior Researcher
Haruo Hosoya
Basic Research on Artificial Intelligence Inspired by Hippocampus


バイオ分野 Bioinformatics



東京医科歯科大学 M&D データ科学センター
教授 **清水 秀幸**
【研究テーマ】
感染症治療を目指した情報学的基盤研究 (22-07) P.20


Tokyo Medical and Dental University
Professor
Hideyuki Shimizu
Informational Infrastructure Research for the Treatment of Infectious Diseases

応用分野 (A) Applications (A)



千葉大学 フロンティア医工学センター
教授 **中川 誠司**
【研究テーマ】
新型デバイス開発を目指した顔面・頭皮における骨伝導音の知覚・伝搬特性の解明 (22-08) P.22


Chiba University
Professor
Seiji Nakagawa
Elucidation of Perception and Propagation Mechanisms of Bone-Conducted Sound Presented on the Face and the Scalp and Its Application to Novel Hearing Devices



東京大学 大学院 工学系研究科
教授 **村上 存**
【研究テーマ】
デザインの上流段階をデジタル化する Physical Mock-up 技術 (22-09) P.24


The University of Tokyo
Professor
Tamotsu Murakami
Physical Mock-up Technology to Digitize Upstream Stage of Design

応用分野 (B) Applications (B)



札幌医科大学 大学院 保健医療学研究科
助教 **石貫 智裕**
【研究テーマ】
患者教育のデジタル化と生体情報をリアルタイムに収集するヘルスシステムの開発 (22-10) P.26

Sapporo Medical University
Assistant Professor
Tomohiro Ishinuki
Development of Health Systems to Digitalize Patient Education and to Collect Biometric Information Immediately



順天堂大学 医学部
准教授 **猪俣 武範**
【研究テーマ】
デジタルとゲノミクスの融合によるドライアイのディープフェノタイプング (22-11) P.28

Juntendo University
Associate Professor
Takenori Inomata
Deep Phenotyping for Dry Eye using Digital Information and Genomics

応用分野 (B) Applications (B)



中央大学 理工学部
准教授 岩崎 有紘

【研究テーマ】
情報処理技術を駆使した医薬品候補物質の超効率的探索

(22-12)

Chuo University
Associate Professor

Arihiro Iwasaki

Efficient Discovery of Drug Seed Compounds Using Information-Processing Technology

P.30



成蹊大学 理工学部
准教授 櫻田 武

【研究テーマ】
デジタルリンクを基盤としたニューロフィードバック訓練系のパッケージ化

(22-13)

Seikei University
Associate Professor

Takeshi Sakurada

Development of Digital-Linked Neurofeedback Training System

P.32



藤田医科大学 医学部
教授 柴田 知行

【研究テーマ】
ピロリ菌除菌後胃癌の AI による再発予測と正確診断プログラムの開発

(22-14)

Fujita Health University
Professor

Tomoyuki Shibata

AI Program for Gastric Cancer after *Helicobacter Pylori* Eradication

P.34

人文・社会分野 Humanities and social sciences



北海道大学 国際広報メディア観光学院
助教 于 海春

【研究テーマ】
Weibo データを活用した武漢の都市封鎖における中国国民感情変化の分析

(22-15)

Hokkaido University
Assistant Professor

Haichun Yu

Shifting Public Sentiment on Weibo During the COVID-19 Lockdown in Wuhan

P.36



山形大学 地域教育文化学部
講師 浦野 由平

【研究テーマ】
ソーシャルメディアを活用した感情制御：実態と有効性の検討

(22-16)

Yamagata University
Lecturer

Yuhei Urano

Regulating Emotions Using Social Media: An Exploratory Study

P.38



関西外国語大学 英語国際学部
准教授 金 樹延

【研究テーマ】
国際報道における注目度とその要因—オンラインメディアを中心に—

(22-17)

Kansai Gaidai University
Associate Professor

Sooyeon Kim

The Visibility of International News Coverage and the News Values Shaping It: An Analysis of Online News Media

P.40

人文・社会分野 Humanities and social sciences



東京大学 大学院 情報学環
准教授 藤田 結子

【研究テーマ】
位置情報共有ソーシャルメディアが若者の意識・行動に与える影響に関する研究

(22-18)

The University of Tokyo
Associate Professor

Yuiko Fujita

The Influence of Location-Sharing Social Media on Young People's Attitudes and Behaviors

P.42



愛知東邦大学 経営学部
教授 宮城 エステバン

【研究テーマ】
不登校の在日移民児童の社会への早期統合を目的とした学習管理システム活用の可能性に関する研究








(22-19)

Aichi Toho University
Professor

Esteban Miyashiro

Research on the Feasibility of Using Learning Management Systems to Fasten the Integration into the Society of Immigrant Children in Japan Who Do Not Attend School

P.44

-  University of California, Berkeley
Department of Electrical Engineering and Computer Sciences
Professor
Prabal Dutta
Moving Beyond Backscatter to Network a Trillion IoT Sensor Tags P.46
-  University of California, Berkeley
Department of Electrical Engineering and Computer Sciences
Assistant Professor
Sophia Shao
Building Domain-Specific Systems at Scale P.47
-  Stanford University
Computer Science Department
Assistant Professor
Adam Bouland
Foundations of Near-term Quantum Advantage from Quantum Optics P.48
-  University of California, Los Angeles
Electrical and Computer Engineering Department
Assistant Professor
Yuan Tian
Towards Trustworthy Human-AI Collaborations P.49
-  University of Southern California
Ming Hsieh Department of Electrical and Computer Engineering
Associate Professor
Pierluigi Nuzzo
Trustworthy Intelligent Autonomy: A Contract-Based Approach P.50
-  California Institute of Technology
Division of Engineering and Applied Science
Assistant Professor
Joseph Falson
Precision Quantum Matter for Entangled Quantum Information Science P.51
-  Carnegie Mellon University
Robotics Institute
Assistant Professor
Deepak Pathak
Towards Continually Improving Robots in the Wild P.52

- 中国 China**
-  Peking University (北京大学)
School of Computer Science
Associate Professor
Sujian Li (李素建)
Knowledge-Integrated Question Generation for Machine Reading Comprehension P.53
-  Tsinghua University (清华大学)
Department of Computer Science and Technology
Professor
Min Zhang (张敏)
Fair Explainable Search and Recommendation in the Heterogeneous Environment P.54
-  Fudan University (复旦大学)
Department of Communications Science and Engineering
Professor
Chao Shen (沈超)
Visible Laser Light Communication for Internet of Underwater and Underground Things (IoU2T) P.55
-  Shanghai Jiao Tong University (上海交通大学)
Department of Electronic Engineering
Engineer
Liyun Shi (史丽云)
Characterization and Measurement on Interconnects of Millimeter-Wave Heterogeneous Integration Circuit P.56
- 韓国 Korea**
-  Seoul National University (ソウル大学)
Department of Electrical and Computer Engineering
Professor
Wan Choi (崔琬)
Distributed Matrix Multiplication in Wireless Networks P.57
-  Korea University (高麗大学)
Department of Computer Science and Engineering
Professor
Junbeom Hur (許俊範)
Securing Machine Learning Services in Cloud Computing P.58
-  Yonsei University (延世大学)
Department of Computer Science
Associate Professor
Byungjoo Lee (李秉主)
Simulating Human Steering Behavior with a Deep Reinforcement Learning Agent P.59

量子ドット集積素子におけるスピン量子ビット測定法の開発

木山 治樹

九州大学 大学院 システム情報科学研究所 准教授

量子ビットの射影測定は量子情報処理の要素技術であり、量子コンピュータの実用化には高忠実度の射影測定が必要である。半導体量子ドット中のスピン量子ビットは大規模集積化に適した量子ビットとして期待されており、少数量子ビット系ではすでに様々な手法によるスピン測定（射影測定）が実現されている。将来の半導体量子コンピュータでは、大規模な二次元量子ドットアレイにおけるスピン測定の実行が必要である。ところが、二次元量子ドットアレイでは電荷計をアレイ外縁部に設置することになり、量子ドットの多くが電荷計との距離が遠くなってしまふ。その結果、単一電荷検出およびスピン測定の忠実度が低下してしまふ。本研究ではこの問題を解決する、集積量子ドットに適したスピン測定法の開発に取り組んだ。

本研究で開発した新規スピン測定法を2重ラッチング法と呼ぶ。従来のラッチング法[Harvey-Collard, PRX (2018)]を改良し、「更なる測定精度の向上」と「集積量子ドットでの実行可能性」の2点の両立を目指した。2重ラッチング機構では、従来のラッチング法の直後に追加の電圧パルスを加えることにより、スピン緩和や準安定状態の緩和に起因したスピン電荷変換エラーを最小化させる。

本研究では、GaAs/AlGaAs 2重量子ドットを用いて2重ラッチング法の原理実証実験を行った。まず、従来のラッチング法と同様に電荷測定のコントラストが増強されることを実験的に確認した。次に、2重ラッチング後の状態の緩和時間が従来のラッチング法に比べて大幅に延長されることを確認した。スピン測定忠実度は、従来ラッチング法の91.6%に対し、2重ラッチング法により97.1%が得られ、大幅な改善に成功した(図)。

さらに、2重ラッチング過程におけるスピン依存

トンネルレートのコントラストをさらに増強し、またゲート電圧条件を最適化することで、スピン測定忠実度の更なる向上を図った。その結果スピン測定忠実度は99.94%を示唆する結果が得られた。このスピン測定忠実度は、GaAs量子ドットにおいてはスピン緩和時間が比較的短いにもかかわらず、半導体スピン量子ビットについてこれまでに報告された中で最高忠実度である。

二次元量子ドットアレイへの適用に関しては、2重ラッチング法を用いてスピン電荷相関を保持することで、電荷リークエラーやスピン緩和エラーを低減しつつ、単一電荷輸送やゲート分散電荷測定などの様々なスケラブル電荷測定技術と組み合わせることで、高忠実度のスピン測定を実現できると期待される。

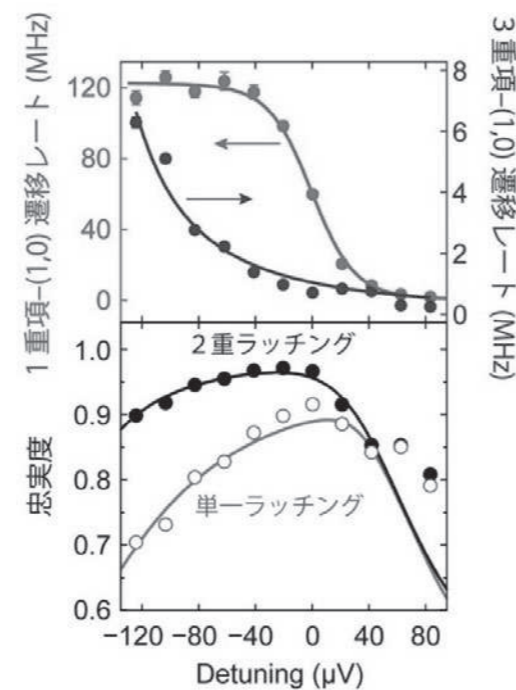


図. (上)ラッチング過程における、スピン1重項とスピン3重項のトンネルレートのゲート電圧依存性。(下) 従来ラッチング法および2重ラッチング法によるスピン測定忠実度の比較。

Development of Measurement Method for Spin Qubits in an Integrated Quantum Dot Device

Haruki Kiyama

Associate Professor, Kyushu University

High-fidelity projective measurement is needed for practical implementation of quantum computers. Spin qubits in semiconductor quantum dots (QDs) will be suitable for scaling up. The measurement of single-electron spin polarization has already been realized in a few-qubit systems. One of the next challenges is the implementation of spin measurements in large-scale two-dimensional (2D) QD arrays. However, in a 2D QD array, sensors used for spin measurements are placed at the periphery of the array, which limits the measurement fidelity for qubits in the middle of the array. In this work, we develop a spin measurement scheme suitable for large-scale QD arrays.

The new spin measurement scheme is called double latching (DL) scheme. We improved the conventional latching scheme [Harvey-Collard, PRX (2018)] to achieve both "further improved measurement fidelity" and "feasibility in large-scale QD arrays". The DL scheme minimizes the errors due to spin relaxation and charge-state leakage by applying an additional voltage pulse immediately after the conventional latching method.

We demonstrated the DL scheme in GaAs/AlGaAs double QDs as a proof-of-principle experiment. We observed that the relaxation time was significantly extended by the DL scheme compared to the conventional latching scheme, improving the spin measurement fidelity to be 97.1% from 91.6% with the conventional latching scheme (Fig.). We further improved the fidelity by enhancing the contrast of the spin-dependent tunneling rate in the DL process and optimizing the

gate voltage conditions. The results suggested that the fidelity of 99.94%, the highest reported to date for semiconductor spin qubits despite the relatively short spin relaxation times in GaAs QDs.

Regarding application to 2D QD arrays, by maintaining the spin-charge correlation using a double latching method, charge leak errors and spin relaxation errors can be reduced, while enabling measurements such as single charge transport and gate distributed charge measurements. It is expected that high-fidelity spin measurements can be achieved by combining with various scalable charge measurement techniques.

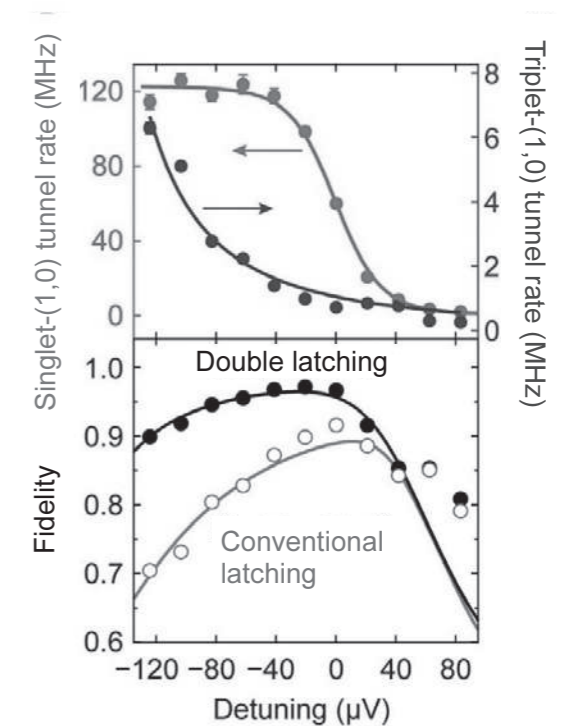


Fig. (top) Detuning dependence of the spin-dependent tunnel rates in the DL process. (bottom) Comparison of spin measurement fidelity between conventional latching and double latching.

デバイス間コミュニケーションを促進するメカニズムデザイン

中山 悠

東京農工大学 大学院 工学府 准教授

IoT や 5G サービスの普及により、インターネットに接続されるモバイルデバイス数は急増を続けている。一方で、時空間的なカバーエリア拡大に要するコストの増大や周波数資源の逼迫が大きな課題となっている。この解決策の一つとして、デバイス同士で直接通信するデバイス間コミュニケーションが期待されている。ただし従来のデバイス間コミュニケーションの研究の多くは、ネットワークキャリアによる制御を前提としており、自律型手法に関する取り組みは非常に少なかった。

本研究の目的は、ユーザ参加型のデバイス間コミュニケーションを促進するメカニズムデザインを提案することである。本期間では特に、送信機に LED や液晶ディスプレイのような光源、受信機にスマートフォンのカメラを用いた可視光通信である光カメラ通信に着目した。すなわち液晶デジタルサイネージや LED ビジョンなど、身近な発光体をそのまま送信機として利用し、カメラを搭載したスマートデバイスをそのまま受信機として利用する。スマートフォンなどにより撮影した動画像の中から、光源が占めるピクセルを抽出し、当該領域の RGB 値などから光信号を復調する。

映像向けの光信号埋め込み方式の一つとして、Signage Cipher Modulation (SCM) を提案した (図 1)。SCM の目的は、ディスプレイやデジタルサイネージなどで放映される映像コンテンツを伝送媒体とすることである。コンセプトとしては、有名な書籍暗号に類似している。書籍暗号とは、特定の本を媒体にしてメッセージを伝える方法である。既存の本のページ数や行番号などを指定することで単語を特定する。この書籍暗号と同様の考え方で、SCM においては映像コンテンツ内の読み取り位置を指定することで、光信号の伝送を行う。図 1 の例

では、変調エリアをコンテンツエリアの上下に定義している。空間同期と RGB カラーチャネルの等化のために、パイロット信号を変調エリアの一部に埋め込んでいる。また受信カメラのフレームレートが異なるケースを想定し、時間同期信号も同様に定義される。データの伝送については、変調エリアを用いて読み取り位置を指定することで実施する。すなわち、映像のフレームごとに光信号として利用可能な領域が存在する場合に、当該領域を指定する信号を変調エリアに挿入する。受信者は、映像に対してカメラを向けておくことで、映像コンテンツと変調エリアに挿入された信号とを撮影する。コンテンツ内の指定された領域の RGB 輝度値を読み取り、RGB カラーチャネル等化などを行った上で、送信されたデータを受信する。

提案手法について、液晶ディスプレイおよびスマートフォンを用いた検証を行い、映像ごとに定義したシンボルセットを用いて実際に光信号の伝送が可能であることを確認した。なお、映像を放映するデバイスによっては発色の調整が行われるため、受信機となるスマートフォン側の信号処理と合わせて色成分のズレが生じる点が今後の課題である。

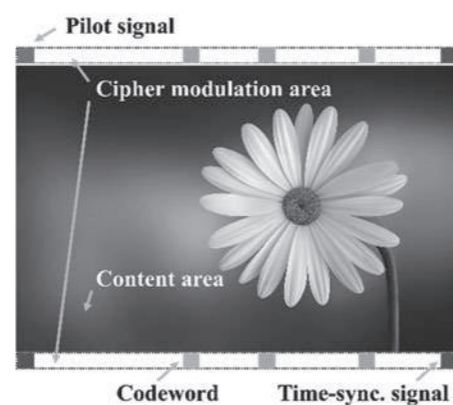


図 1 SCM のコンセプト

Mechanism Design for Encouraging Device-to-Device Communication

Yu Nakayama

Associate Professor, Tokyo University of Agriculture and Technology

The purpose of this study is to propose a mechanism design that facilitates user-participatory inter-device communication. In this period, we especially focused on optical camera communication, which is visible light communication using a light source such as LED or LCD as a transmitter and a smartphone camera as a receiver. In other words, familiar light emitting objects such as LCD digital signage and LED vision are used as transmitters, and smart devices equipped with cameras are used as receivers. Pixels occupied by light sources are extracted from video images captured by smartphones and other devices, and optical signals are demodulated from RGB values in the relevant areas.

We proposed Signage Cipher Modulation (SCM) as an optical signal embedding scheme for video (Figure 1), and the purpose of SCM is to use video content broadcast on displays and digital signage as a transmission medium. The concept is similar to the well-known book cipher. A book cipher is a method of conveying a message using a specific book as a medium. A word is identified by specifying the number of pages and line numbers in an existing book. Using the same concept as the book cipher, SCM transmits optical signals by specifying the reading position in the video content. In the example in Figure 1, the modulation area is defined above and below the content area. Pilot signals are embedded in part of the modulation area for spatial synchronization and RGB color channel equalization. Assuming the case where the frame rate of the receiving camera is different, the time

synchronization signal is defined in the same way. Data transmission is performed by specifying the reading position using the modulation area. That is, if there is an area that can be used as an optical signal for each frame of the video, a signal specifying the area is inserted into the modulation area. The receiver takes a picture of the video content and the signal inserted in the modulation area by pointing a camera at the video. The receiver reads the RGB luminance values of the specified area in the content, performs RGB color channel equalization, etc., and then receives the transmitted data.

The proposed method was verified using an LCD display and a smartphone, and it was confirmed that optical signal transmission is actually possible using a set of symbols defined for each video. However, since the coloring may be adjusted depending on the device used to broadcast the video, color component discrepancies may occur in combination with signal processing on the smartphone side, which serves as the receiver.

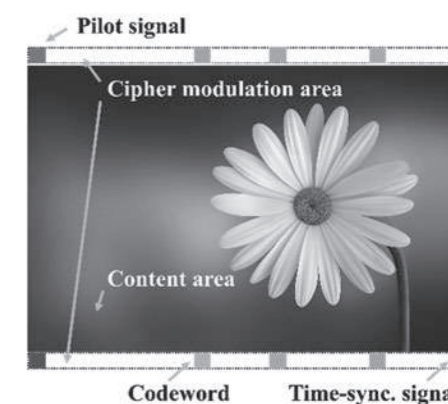


Fig. 1 Concept of SCM

ローリングシャッター方式に適する 可視光通信信号伝送装置の研究開発

山里 敬也

名古屋大学 大学院 工学研究科 教授

研究概要

本研究ではスマートフォンやドライブレコーダーなどの広く普及しているカメラであるローリングシャッター方式による可視光通信について検討した。具体的には移動する車輻に搭載したローリングシャッター方式イメージセンサを用いた可視光通信信号の受信について検討した。当初、LED 伝送装置について研究開発を行う予定であった。残念ながら、2023 年春に基盤業者の倒産のため当初予算では開発ができないことが判明し伝送装置の開発は見送った。しかしながら、伝送フォーマットの修正、また、受信アルゴリズムを改良することで、既存伝送装置を用いて、時速 40 km/h で走行する車輻での路車間可視光通信の受信に成功した。移動する車輻でローリングシャッター方式イメージセンサを用いた可視光通信信号の受信に成功した研究は、私の知る限り、世界で初めての成果である。この成果は、光無線分野におけるトップジャーナルの一つである IEEE Photonics Journal に掲載されている[1]。

研究成果

時速 40 km/h で走行する車輻に搭載したローリングシャッター方式イメージセンサで可視光通信信号を受信する実験を行ったところ、問題無く受信できることが確認できた[1]。さらに、2023 年 12 月に再度、移動する車輻での可視光通信実験を行った。今回は速度をあげて 60 km/h にチャレンジしている。また、2023 年 7 月にチュニジア国チュニスで開催された IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC) Workshop on Optical Wireless Communications にて基調講演[2]を行う

とともに、関連する可視光通信に関する研究発表を行った[3]。さらに High Dynamic Range (ハイダイナミックレンジ) による性能向上についても検討した[4]。

研究業績

1. T. Yamazato, et.al., "Achieving Successful VLC Signal Reception Using a Rolling Shutter Image Sensor While Driving at 40 km/h," IEEE Photonics Journal, vol. 15, no. 4, pp. 1-11, 2023 年 8 月.
<https://doi.org/10.1109/JPHOT.2023.3287211>
2. T. Yamazato, "[Keynote] Visible light communication (VLC) for cars," IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC) Workshop on Optical Wireless Communications, 2023 年 7 月.
<https://yamazato.nuee.nagoya-u.ac.jp/owc2023/static/4cc9b5784f1d04107f55e1c75e6b7318/Visible-Light-Communication.pdf>
3. T. Yamazato, et.al., "A Testbed to Integrate Private 5G Networks with Visible Light Communication for Service Area Expansion," IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC) Workshop on Optical Wireless Communications, 2023 年 7 月.
<https://doi.org/10.1109/ISCC58397.2023.10218188>
4. T. Yamazato, et.al., "High-Speed Image Sensor Communication Using High Dynamic Range Combining," IEICE Communications Express, 2023 年 11 月.
<https://doi.org/10.1587/comex.2023XBL0075>

VLC signal Transmission Equipment Suitable for the Rolling Shutter Method

Takaya Yamazato

Professor, Nagoya University

Abstract:

This study delved into the application of Visible Light Communication (VLC) through the rolling shutter method, commonly found in everyday cameras such as smartphones and dashcams. Specifically, we investigated the reception of VLC signals using a rolling shutter-type image sensor installed in a moving vehicle.

Unfortunately, the development of the transmission device faced delays due to the recent surge in electronic parts prices and challenges in sourcing specific components. Initially, our research aimed at LED transmission device development, but these obstacles led to a postponement.

Despite setbacks, we achieved successful reception. To our knowledge, this marks the first instance worldwide of receiving a Visible Light Communication signal using a rolling shutter-type image sensor in a moving vehicle. Our groundbreaking findings have been published in the prestigious IEEE Photonics Journal, a leading journal in the optical wireless field [1].

Research Findings:

We conducted experiments receiving VLC signals with the rolling shutter-type image sensor in a vehicle traveling at 40 km/h, confirming seamless signal reception [1]. Subsequently, in December 2023, we repeated the VLC experiment with the moving vehicle, increasing the speed to 60 km/h.

Moreover, I delivered a keynote lecture [2] at the IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC) Workshop on Optical Wireless Communications held in Tunis, Tunisia, in July 2023. During this event, I presented research findings on VLC [3]. Furthermore,

we researched performance enhancements through High Dynamic Range [4].

Research Achievements:

1. T. Yamazato, et.al., "Achieving Successful VLC Signal Reception Using a Rolling Shutter Image Sensor While Driving at 40 km/h," IEEE Photonics Journal, vol. 15, no. 4, pp. 1-11, 2023 年 8 月.
<https://doi.org/10.1109/JPHOT.2023.3287211>
2. T. Yamazato, "[Keynote] Visible light communication (VLC) for cars," IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC) Workshop on Optical Wireless Communications, 2023 年 7 月.
<https://yamazato.nuee.nagoya-u.ac.jp/owc2023/static/4cc9b5784f1d04107f55e1c75e6b7318/Visible-Light-Communication.pdf>
3. T. Yamazato, et.al., "A Testbed to Integrate Private 5G Networks with Visible Light Communication for Service Area Expansion," IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC) Workshop on Optical Wireless Communications, 2023 年 7 月.
<https://doi.org/10.1109/ISCC58397.2023.10218188>
4. T. Yamazato, et.al., "High-Speed Image Sensor Communication Using High Dynamic Range Combining," IEICE Communications Express, 2023 年 11 月.
<https://doi.org/10.1587/comex.2023XBL0075>

偶発的コミュニケーションの誘発のためのバーチャル空間における ゲイズウェアネス情報の提示手法とその有効性エビデンスの構築

市野 順子

東京都市大学 デザイン・データ科学部 教授

背景および目的

偶然出会った知人や見知らぬ人との何気ないコミュニケーションは、しばしば課題解決のヒントやイノベーション創出のきっかけとなるため重要である。しかし、目的が明確なデジタル空間でのコミュニケーションが急増した現在、日常生活全体で人々の偶発的コミュニケーションの機会が急減している。

本研究は、コミュニケーションの開始時に重要な役割を果たしていると考えられる注視行動（ゲイズ）に着目し、デジタル空間の一つである3次元バーチャル空間において、本来見えない視線（ゲイズウェアネス）を可視化することで、偶発的コミュニケーションの誘発を目指す。

ゲイズウェアネスの可視化手法

本研究では、コミュニケーションが開始する前に参加者間で起こり得る注視行動を2つのタイプに分類（一方がもう一方を見つめる一方注視、2人が同じ対象を見つめる共同注視）し（図1）、それぞれの注視行動に対して、3つのゲイズウェアネスの可視化手法（視線の受け手の顔の前で視線の送り手のいる方向を指す矢印 Arrow、送り手から受け手に向かって流れてくるシャボン玉 Bubble（図2）、受け手の顔の前に送り手のミニチュアのアバター Miniavatar（図3））を設計・実装した。

有効性評価実験および得られた知見

一般から募集した20～49歳の男女96人の参加者に、上述した3つの可視化あり条件（Arrow, Bubble, Miniavatar）に可視化なし条件（Control）を加えた、4つの条件のいずれか一つを用いて、サクラ（偽参加者）と一緒にバーチャル空間を共有してもらった実験を行った。サクラ（視線の送り手）が

偶然を装って、参加者（視線の受け手）に視線を送ったときの、参加者の行動と心理を検証した。

参加者の行動を検証するために、サクラからの視線を受けた後参加者がサクラに対して何らか（言語・非言語・一瞥）の反応をした割合（コミュニケーション誘発率）を求めた。その結果、可視化あり条件はいずれも可視化なし条件よりも、参加者はサクラに3倍以上の高い確率で反応した（Control: 15.0%, Arrow: 45.4%, Bubble: 54.5%, Miniavatar: 47.1%）。さらにその反応の内訳を調べてみると、3つの可視化あり条件の中では、一方注視では Bubble が最も有効で、参加者は言語行動や非言語行動で反応していることがわかった。

参加者の心理を検証するために、参加者に、サクラからの視線を受けたときの印象についてのアンケートに回答してもらった。その結果、参加者は心理的にも肯定的に反応していることがわかった。

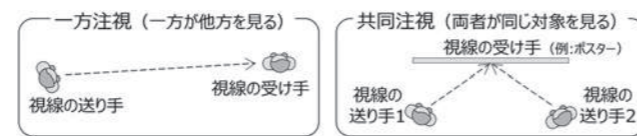


図1：可視化の対象とした2種類の注視行動



図2：Bubble（シャボン玉が流れてきた方向、つまり、視線の送り手のいる方向に顔を向けている視線の受け手の様子。図上では、見やすくするために、シャボン玉が線で囲まれている。）

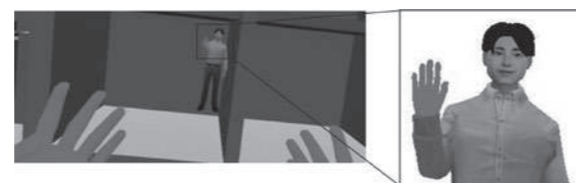


図3：Miniavatar（視線の受け手の一人称視点の画像。視線の送り手のアバターのミニチュアのアバターが、受け手の方を見て、笑顔で手を振っている。）

Methods of Presenting Gaze-Awareness in Virtual Spaces for Serendipitous Encounter and Evidence for its Effectiveness

Junko Ichino

Professor, Tokyo City University

Background and Objective

Casual communication with acquaintances or strangers is important because it often leads to problem solving and innovation creation. However, with the surge in communication in the digital space, where the purpose is clear, opportunities for people to engage in incidental communication have plummeted throughout our daily lives.

This study focuses on eye gaze behaviors, which play an important role in initiating communication, and aims to induce incidental communication by visualizing the originally invisible gaze in a 3D virtual space, one of the digital spaces.

Visualization Method for Gaze-Awareness

We categorized the eye gaze behaviors that can occur between people prior to the initiation of communication into two types (one-sided gaze, in which one person gazes at another, and joint gaze, in which two people gaze at the same object, Figure 1), and designed and implemented three gaze-awareness visualization methods (Arrow pointing in the direction of the gaze sender, Bubble flowing from the sender, and Miniavatar of the sender) for one-sided gaze and joint gaze, respectively.

Study for Evaluating Effectiveness and Findings

A total of 96 participants (48 males and 48 females, aged 20–49 years), recruited from the public, shared a virtual space with confederates using either a non-visualized gaze-awareness (Control) or one of the three visualized gaze-awareness (Arrow, Bubble, and Miniavatar). We examined the behaviors and subjective experiences of the participants when the confederate gazed at the

participant in the guise of an incidental encounter.

To evaluate the participants' behaviors, we determined the communication induction rate, i.e., the percentage of participants reacted in any way (verbal, nonverbal, or glancing reaction) to the confederate after receiving their gaze. The results showed that participants were three times more likely to react to the confederate for all visualized gaze-awareness than for non-visualized gaze-awareness (Control: 15.0%, Arrow: 45.4%, Bubble: 54.5%, Miniavatar: 47.1%). Further examination of the induction rate for each reaction showed that Bubble had more positive effects, with the participants reacting both verbally and nonverbally.

To evaluate the participants' subjective experiences, we asked them to answer questions about their impressions of receiving the gaze. The results showed that the participants responded positively.

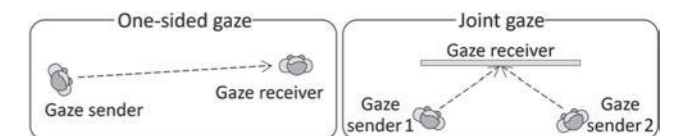
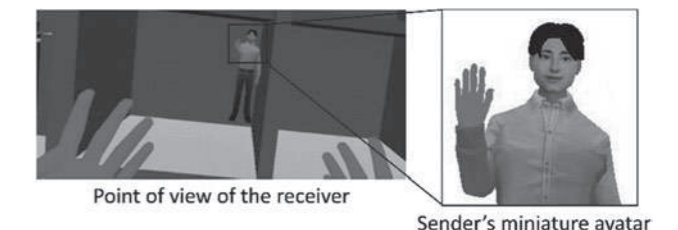


Figure 1: Two types of gaze behavior



Frontal view of the receiver

Figure 2: Bubble flowing from the direction of the sender of the gaze



Sender's miniature avatar

Figure 3: Miniavatar looking at the receiver, smiling, and waving its hand

大脳皮質の非一様性に基づく 単一神経細胞ネットワークの次元縮約

太田 桂輔

東京大学 大学院 医学系研究科 助教

1943年にマカロックとピッツらに形式ニューロンが提案されて以来、今日に至るまでニューラルネットワークには数々の発展があった。ニューラルネットワークが他の機械学習モデルと一線を画する点は、脳の生物学的な特徴を組み込んで発展した歴史である。例えば、学習（神経細胞間の結合強度が経験依存的に変化する）を組み込むことでパターン認識が可能となり、回帰結合を組み込むことで動的データの取り扱いが可能となった。しかしながら、ネットワーク構造に関しては経験則に基づいて問題依存的に設計されることが一般的であり、生物学的な特徴を反映したネットワーク構造は提案されていない。その理由は、これまで生きた動物脳、特に高次脳機能を司る大脳皮質において単一細胞レベルでのネットワーク構造が明らかにされていなかったためと考えられる。研究代表者は自身の研究(Ota et al., Neuron, 2021)に基づき、大脳皮質の神経回路を同定する糸口は大脳皮質における非一様性にあると考えている。そこで、自身の研究成果について述べる。

研究代表者は低倍かつ高い解像度を実現する大型対物レンズを実装した広視野2光子顕微鏡FASHIO-2PMを共同開発し、9 mm² (従来顕微鏡の36倍)の

視野から1万6000個以上の神経細胞の活動を観測した。1つ1つの神経細胞の活動から細胞間の機能的な結合強度を推定したところ次数分布はロングテール分布に従い、100以上の細胞と協調的に活動するハブ細胞(存在確率は1%未満)が存在することが明らかになった。これは大脳皮質において各神経細胞の活動がシステム全体に与える影響力は一様ではなく、偏っていることを示唆している。そして、この希な細胞とそれら細胞群が形成するネットワークのみに注目することで大脳皮質の情報伝達様式を理解できると仮説を立てることができる。

本研究では2つの神経細胞間の機能的な結合強度ではなく、1つの神経細胞の活動に基づいた統計量の分布を描くことを目指した(詳細は省くが、このような観測系であっても仮説を検証できると考えている)。この場合、広視野同時観察は必要ない。そのため、電動ステージと2光子顕微鏡をリアルタイムで制御して脳領域を観察し、観察したイメージング像を画像処理により繋ぎ合わせる広視野2光子観察システムを立ち上げた(図)。今後は各神経細胞の活動から大脳皮質の非一様性を導き出すことを目指す。

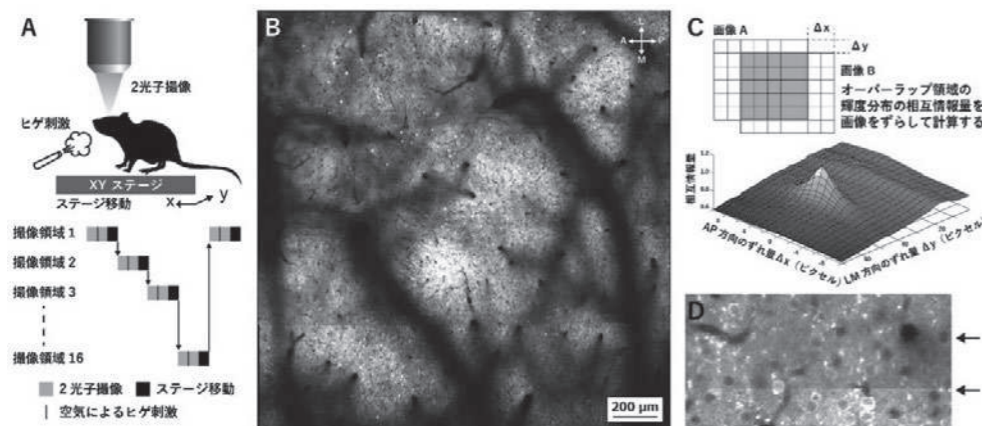


図 2 光子イメージングを利用した Image stitching

(A) Image stitching を実現する 2 光子観察システム (B) 全 16 (=4×4) 領域を連結した 2 光子像 (C) 画像連結アルゴリズムの概要。強度分布の相互情報量を最大にする位置で画像を連結した。(D) 連結部分の拡大図。矢印は隣接した上下画像の連結境界を示す。血管や細胞体が滑らかに連結されていることがわかる。

Dimensional Reduction of Single Neuron Networks Based on Non-Uniformity in the Cerebral Cortex

Keisuke Ota

Assistant Professor, The University of Tokyo

Since McCulloch and Pitts proposed a formal neuron model in 1943, there have been numerous developments in neural networks. What makes neural networks distinct from other machine learning models is their history of development by successfully incorporating biological features of the brain. For example, incorporating learning (in which the coupling strength between neurons changes in an experience-dependent manner) has enabled pattern recognition, and incorporating recurrent coupling has enabled dynamic data modeling. However, network structures are typically designed problem-dependent based on empirical rules. No network structure that reflects biological features has been proposed. This may be because the network structure at the single-cell level has not been clarified in the living animal brain, especially in the cerebral cortex. Based on our research (Ota et al., Neuron, 2021), I assumed that non-uniformity in the cortex provides a clue to the identification of cortical neural circuits.

My collaborators and I developed a new wide-field two-photon microscope, FASHIO-2PM. The FASHIO-2PM enabled us to observe the activity of more than 16,000 neurons from a field of view of 9 mm² (36

times larger than that of conventional microscopes). Functional connectivities were estimated from the pairwise neuronal activity. The degree distribution of the functional connectivities followed a long-tail distribution. Hub neurons were found at the tail of the distribution (probability of existence <1%), cooperatively active with more than 100 cells. These results suggest that the influence of each neuron's activity on the whole system in the cortex is not uniform. Furthermore, they lead to the idea that focusing only on the rare neurons and their network is sufficient to understand cortical information processing.

In this study, I aimed to identify a distribution of statistics based on the activity of single neurons rather than the strength of functional connections between two neurons. Therefore, I have established an in-vivo imaging system in which a motorized stage and a two-photon microscope are controlled in real-time. The captured images are stitched together by image processing based on mutual information (Fig. 1). In the future, it will be necessary to derive the non-uniformity of the cerebral cortex from the recorded activity of each neuron.

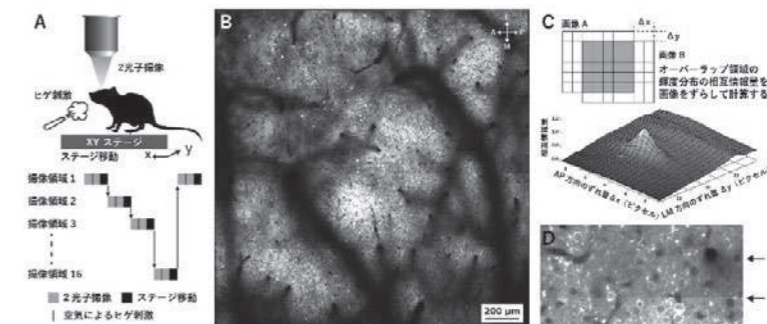


Fig. 1 Image stitching using two-photon imaging

(A) Overview of in-vivo two-photon imaging system with image stitching. (B) Two-photon images of all 16 (=4×4) regions concatenated. (C) Image stitching algorithm. Two images were stitched at the position that maximizes the mutual information content of the intensity distribution. (D) Enlarged view of the stitched area. The arrows indicate the stitching boundaries of the adjacent upper and lower images. It can be seen that blood vessels and cell bodies are smoothly connected.

脳の世界に基づいた人工知能の基礎的研究

細谷 晴夫

国際電気通信基礎技術研究所 脳情報通信総合研究所 主任研究員

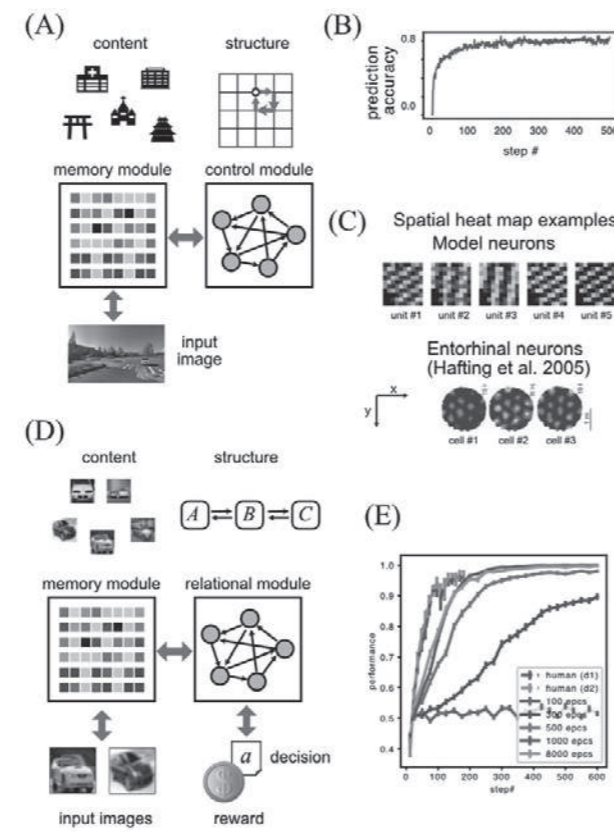
研究目的

脳の海馬系は、空間やエピソードなどの記憶を担うとされながらも、その計算原理は解明されておらず、AI分野での活用は未開拓領域である。本研究では、海馬系を模倣したAIモデルの構築手法とその基礎的解析技術を開発する。将来的には本研究の技術を脳計測手法と組み合わせながら、海馬系をターゲットとしたAI-脳融合技術へと繋げることを目指す。

研究成果

本研究期間では、海馬系を模倣したAIモデルの構築手法とその基礎的解析技術の開発に取り組んだ。具体的には、近年神経科学で注目されている「海馬系では、対象物の内容と、対象物と対象物の間の一般的な関係構造を学習・表現する」とする仮説 (Eichenbaum & Cohen, 2014) をヒントにモデル構築を行なった。モデルは、抽象的な関係構造を表現するリカレントネット (嗅内皮質) と、関係構造と対象物との対応関係を表現するメモリ機構 (海馬) の2つのモジュールからなるアーキテクチャを使用した (図A)。このようなモデルを、様々な具体的な2次元環境でランダムウォークタスクによって訓練することで、抽象的な関係構造を学習できるようにした。訓練後、新規タスク環境で関係構造が一般化していることを確認した (図B)。またモデルの内部変数を可視化してみたところ、変数の各次元は六角格子状の場所特異的な反応特性が見られ、げっ歯類の内側嗅内皮質の特性に類似していた (図C)。さらに、本研究では異なるタイプのタスクでも抽象関係構造が学習できるのかを探索するため、ランダムに提示される対象物のペアについて関係を推論し、正しい推論に対してあ

たえられる報酬を最大化するようなモデルを開発した (図D)。このモデルを評価したところ、訓練のステージごとに正解率の上昇が早くなることが明らかになり、抽象関係構造の質が訓練中に高まっていることが窺えた。また、最終的にヒトの被験者の成績 (Kumaran ら, 2012) と同等にまで達することができることも確認した (Hosoya, 2023; 2024)。今後は、これらのモデルの更なる解析や規模拡大を進めるとともに、fMRI計測実験研究者との共同研究の準備を進めたい。



成果物

1. H. Hosoya. A computational model that learns to represent abstract relational structure from memory-based decision making. *Neuro*, Aug, 2023.
2. H. Hosoya. A Cognitive Model for Learning Abstract Relational Structures from Memory-based Decision-Making Tasks. *ICLR*, May, 2024.

Basic Research on Artificial Intelligence Inspired by Hippocampus

Haruo Hosoya

Senior Researcher, Advanced Telecommunications Research Institute International

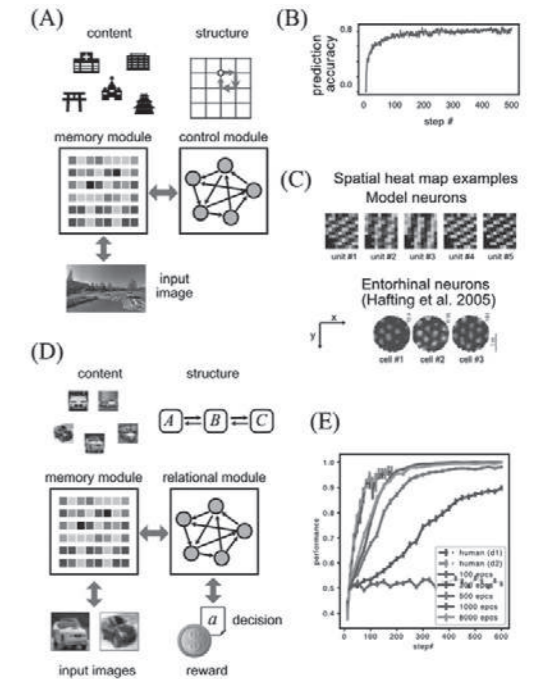
Purpose of Research

Although the hippocampal system of the brain is believed to be responsible for spatial and episodic memory, its computational principles have not been clarified, and its application in the field of AI is an unexplored area. In this study, we will develop a method for constructing an AI model that mimics the hippocampal system and its basic analysis technology, with future possibility for fusion technology with brain imaging methods.

Research Results

In this research period, we constructed a model inspired by the recent neuroscientific hypothesis that “the hippocampal system learns and represents the contents of entities and the general relational structure between entities” (Eichenbaum & Cohen, 2014). The model used an architecture consisting of two modules: a recurrent net representing abstract relational structures and a memory mechanism representing the correspondence between relational structures and entities (Figure A). The model was trained by random walking in a variety of concrete 2D environments so that they could learn abstract relational structures. After training, we confirmed that the relational structure generalized in the novel task environment (Figure B). We also found that the internal variables of the model showed location-specific response properties in a hexagonal grid, similar to the properties of the medial entorhinal cortex of rodents (Figure C). To further explore whether abstract relational structures can be learned in

different types of tasks, we developed a model that maximizes the reward for correct inferences by inferring relations for pairs of randomly presented entities (Figure D). Evaluation of this model revealed increase of the quality of the abstract relational structure increased during training. We also confirmed that the model can eventually attain the performance similar to human subjects (Kumaran et al., 2012). In the future, we would like to further analyze and scale up these models and prepare for collaborative studies with fMRI measurement experimental researchers.



Publications

1. H. Hosoya. A computational model that learns to represent abstract relational structure from memory-based decision making. *Neuro*, Aug, 2023.
- H. Hosoya. A Cognitive Model for Learning Abstract Relational Structures from Memory-based Decision-Making Tasks. *ICLR*, May, 2024.

感染症治療を目指した情報学的基盤研究

清水 秀幸

東京医科歯科大学 M&D データ科学センター 教授

背景と目的

ペニシリンの発見以来、抗生物質は現代医学の基礎となってきたが、近年の抗生物質耐性菌の世界的な蔓延が大きな問題になっている。この領域の研究開発が進まなければ耐性菌感染症に起因する死亡者数は 2050 年までに年間 1000 万人に達するとも予測されている。

そこで本研究では、情報科学による抗生物質探索を試みるための基盤開発を行う。近年隆盛を見ている深層学習技術を用いたモデルを開発し、十分な多様性を持つ数十億もの化合物空間をバッチャルに探索することで有望な化合物を予測することを目指す。

結果と考察

欧州バイオインフォマティクス研究所が持つデータベースである STITCH より、臨床医学的に問題となる特に重要な微生物 23 種のタンパク質情報および化合物の実験データを抽出し、タンパク質についてはタンパク質言語モデル ESM-2 で、化合物については従来より研究が進む Morgan fingerprint によってそれぞれ数値化した。まずはベースラインとしてランダムフォレストやサポートベクターマシンといった機械学習手法を用いたモデルの作成を進めたが、これらのモデルは accuracy が高いが precision, recall が極めて低いという欠点があった。これはデータのごく一部である positive を無視してすべて negative と判定する学習をしていることを示している。これに対してデータの不均衡を評価する値として扱うための weight balance を導入するも大きな改善は見られなかった。

これら機械学習の手法はもともとテーブルデータに強いなどの特徴があり、ESM-2 や Morgan fingerprint によって抽象化されたタンパク質及び化合物の表現から特徴を抽出するのは困難であると考えた。そこで機械学習のモデルと並行して作成していた特徴抽出に秀でた深層学習モデルの構築に注力することにした。

そこで Chemical Checker による化合物の埋め込みベクトルを Morgan fingerprint と合わせて利用するアテンションつき深層学習モデルを構築し、これらの修正を行ったモデルは予測精度が向上することを確認した。過学習を抑制するための dropout や正則化などの手法を組み込むことにより、AI による予測値と実験値の相関係数を 0.709 まで向上することができ、タンパク質と化合物に関して薬らしさの特徴を捉えたモデルの構築に成功している。

本研究は大川情報通信基金のご支援のもと行われた。関係各位にこの場をお借りして御礼申し上げます。

Informatics-Based Research for the Treatment of Infectious Diseases

Hideyuki Shimizu

Professor, Tokyo Medical and Dental University

Background and Objectives

Since the discovery of penicillin, antibiotics have been the foundation of modern medicine. However, the recent global spread of antibiotic-resistant bacteria has become a major problem. It is predicted that if research and development in this area does not progress, the number of deaths caused by resistant bacterial infections will reach 10 million per year by 2050.

In this study, I will develop the basis for attempting to search for antibiotics using information science. I will develop a model using deep learning technology, which has been flourishing in recent years, and aim to predict promising compounds by virtually exploring billions of compound spaces with sufficient diversity.

Results and Discussion

I extracted protein information and compound experimental data for 23 microorganisms of clinical importance from STITCH, a database of the European Bioinformatics Institute. The data were quantified using the protein language model ESM-2 for proteins and the Morgan fingerprint for compounds. As a baseline, I created models using machine learning methods such as random forests and support vector machines, but these models have the disadvantage of high accuracy but very low precision and recall. This indicates that the models ignore positives, which are only a small portion of the data, and learn to judge all positives as negative. In response to this, I introduced a weight balance to

evaluate the imbalance of the data, but no significant improvement was observed. These machine learning methods have characteristics such as being robust to table data, and I thought that it would be difficult to extract features from the protein and compound representations abstracted by ESM-2 and Morgan fingerprint. Therefore, I decided to focus on building a deep learning model that excels in feature extraction, which was being created in parallel with the machine learning model. I constructed a deep learning model with attachments that utilizes the compound embedding vectors from Chemical Checker together with Morgan fingerprints, and confirmed that the model with these modifications improves the prediction accuracy. By incorporating methods such as dropout and regularization to suppress overfitting, the correlation coefficient between AI predictions and experimental values can be improved to 0.709, and the model has succeeded in capturing the drug-like characteristics of proteins and compounds.

This research was supported by The Okawa Foundation for Information and Telecommunications. I would like to thank all the people in the foundation.

新型デバイス開発を目指した顔面・頭皮における 骨伝導音の知覚・伝搬特性の解明

中川 誠司

千葉大学 フロンティア医工学センター 教授

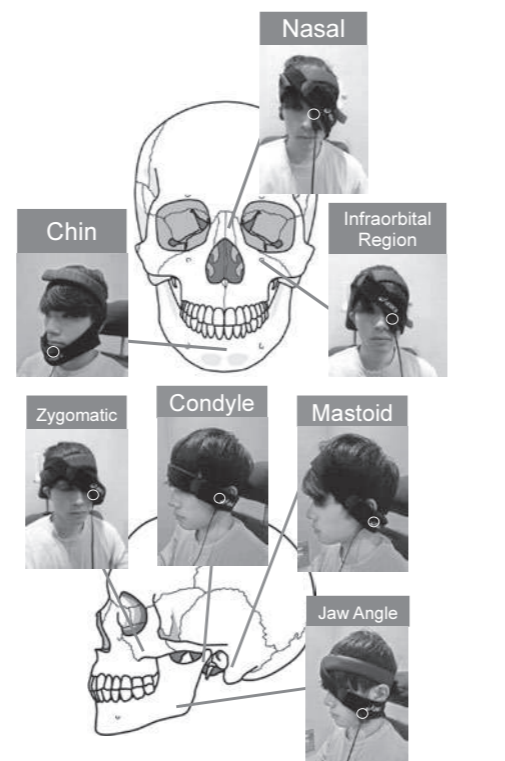
はじめに

一般に骨伝導では側頭骨の乳様突起や下顎骨の顎状突起に振動子が呈示されることが多いが、最近では頬骨や前額部、鼻骨等の顔面・頭皮に呈示する方式も検討されている。しかしながら、顔面は形が不規則な8種の骨(顔面頭蓋)とそれらの中に充填された脂肪、筋肉などが入り組んでいる。また、鼻骨や上顎骨の直下には鼻腔や副鼻腔と呼ばれる空洞構造が存在するなど、人体の中でも特に複雑な構造を有している。そのため、振動子の呈示位置のわずかな変化により知覚・伝搬メカニズムも変化する可能性が高いと考えられるが、そのメカニズムの多くは未解明である。本申請課題では、心理計測および声帯振動計測によって、顔面・頭皮から呈示された骨伝導音の知覚特性および伝搬特性の解明に取り組んだ。

方法

乳様突起(側頭骨, Mastoid), 顎状突起(下顎骨, Condyle), 鼻骨(Nasal), 眼窩下部(上顎骨, Infraorbital), 頬骨(Zygomatic), 下顎角(下顎骨, Jaw Angle), およびオトガイ隆起(下顎骨, Chin)の7部位に振動子(Radioear, B-81)を用いて刺激音を呈示し(図), 周波数弁別能を調べた。聴覚健全者骨伝導成分のみに対する知覚特性の検証を行うため、シリコン製の耳栓を装着させた。無響室内に着座させて実験を行った。

周波数が $fc+\Delta f$ および $fc-\Delta f$ である異なる2つのトーンバーストを連続的に呈示し、2肢強制選択、1 up-2 down の変形上下法を用いて弁別閾となる Δf を求めた。刺激音は立ち上がりとしち下がり30 ms の線形ランプをかけた持続時間 400 ms のトーンバーストで、刺激強度は 20 dB SL とした。



■ ... Facial parts ■ ... Conventional parts
○ ... Vibrator

中心周波数 (fc) は 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, および 8000 Hz とした。比較のために気導音でも同様の計測を行った。

結果と考察

刺激音の種類や呈示部位に関わらず、DLFは 125 Hz および 8000 Hz で有意に上昇した。また、1000 - 8000 Hz の中域から高域にかけては従来部位、顔面部位、および気導間においては DLF に大きな差異は見られなかった。しかしながら、125 - 500 Hz の低域にかけては、特に顔面部位において DLF が大きく上昇する傾向にあることが確認された。

得られた結果は、骨伝導音を顔面に呈示した場合においても、従来部位および気導音と遜色のない周波数弁別能が得られることを示している。

Elucidation of Perception and Propagation Mechanisms of Bone-Conducted Sound Presented on the Face and the Scalp and its Application to Novel Hearing Devices

Seiji Nakagawa

Professor, Chiba University

Introduction

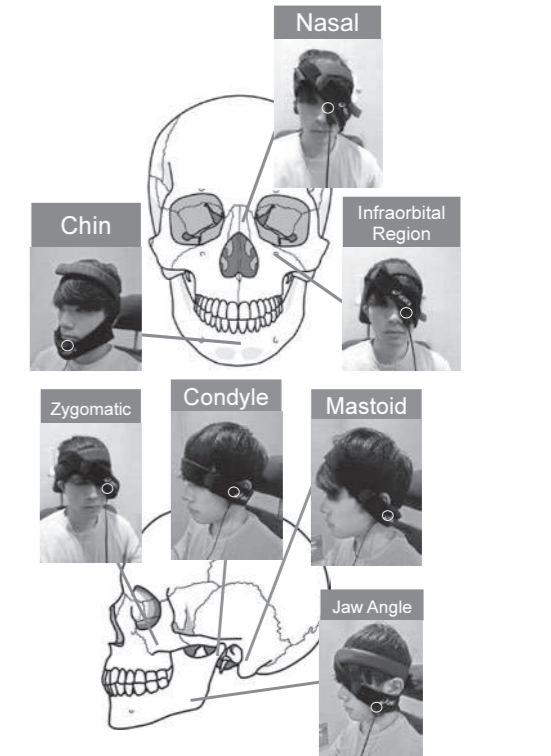
In conventional bone-conduction (BC) devices, a vibrator is typically attached to the mastoid process of the temporal bone or the condyle process of the mandible. However, BC-sound presentations to facial parts such as the nose and cheek have also been investigated recently. As the face is among the most complex structures of the human body, transmission of sounds using BC on different facial parts are likely to show different perception and propagation characteristics than those presented to conventional parts. However, the characteristics of BC sound presented to different part of the face have not yet been studied in detail. To test the frequency discrimination ability, we measured difference limens for frequency (DLFs).

Methods

BC sounds were presented to the following body parts (Fig. 1): the mastoid process (temporal bone), condyle process (mandible), nasal (nasal bone), infraorbital region (maxillary bone), zygomatic (zygomatic bone), jaw angle (mandible), and chin (mandible). All experiments were conducted in an anechoic room. The subjects wore silicone earplugs in both ears to observe the perceptual characteristics of only the BC components.

The BC sounds were presented using a BC vibrator (Radioear, B-81). The vibrator was fixed using a sponge and an elastic band.

Two different tone bursts with frequencies of $fc+\Delta f$ and $fc-\Delta f$ were presented continuously, and the discrimination threshold Δf was obtained using a two-limb forced-choice, 1-up-2-down, up-down deformation method. The stimulus was a tone burst of 400 ms duration with a 30 ms linear ramp between rises and falls, and a stimulus intensity of 20 dB SL. The center frequencies (fc) were 125, 250, 500, 1000, 2000,



■ ... Facial parts ■ ... Conventional parts
○ ... Vibrator

4000, and 8000 Hz. The same measurements were made for comparison with air conduction tones.

Results and Discussion

The DLF increased significantly at 125 Hz and 8000 Hz regardless of the stimulus type or presentation site. There was no significant difference in DLF between conventional, facial, and pneumatic conduction sounds in the mid to high frequency range of 1000 - 8000 Hz. However, DLF tended to increase significantly in the low frequency range of 125-500 Hz, especially in the facial region.

The results suggest that the frequency resolution of the facial parts was about the same as those of the conventional parts, and that practical frequency information and speech perception are possible with BC devices attached to different facial parts.

デザインの上流段階をデジタル化する Physical Mock-up 技術

村上 存

東京大学 大学院 工学系研究科 教授

背景と目的

現在、デザインプロセスの中流段階以降は CAD、CAE などのデジタルエンジニアリング技術によって、IT・デジタル化が達成されている。しかし、現在の製品デザインでは、より上流段階での「何を創るか」の発想が、より良い生活や社会の実現や、産業的競争力の点で重要となっている。そのような発想を創出する方法の一つは、デザインの上流段階で多種多様な可能性を着想し、それらの有効性を労力やコストを要さずに一定以上の精度で評価し、適切に取捨することである。

本研究の目的は、さまざまな発想による製品の形状や構造を、デザインの上流段階であっても人間の触覚や実感を伴って試し、操作に関するデジタルデータを取得してユーザビリティ評価を行うことが可能な、物理的アプローチのモックアップ技術を提案することである。

赤外線モーションキャプチャと透明モックアップ

上記の目的のため本研究では、容易に使用できる赤外線モーションキャプチャデバイス (Leap Motion) と、透明なプラスチック薄板で作成した立体に可視光吸収・赤外線透過フィルタを組み合わせた、新しい物理的モックアップを着想した。このモックアップは、人間にとっては通常の物体と同様に不透明だが、赤外線は透過するため、不透明な実体を扱う手指の動きを、物体に遮られることなく 1 方向のみから赤外線でキャプチャしデジタルデータ化できる (図1)。

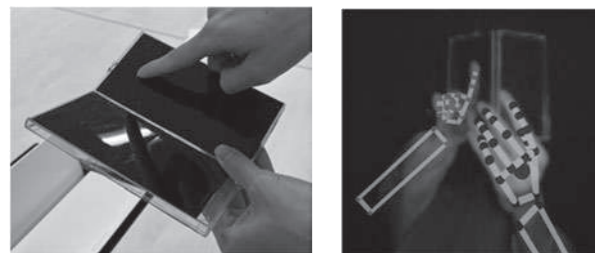


図1 可視光吸収・赤外線透過モックアップ

動画解析によるモックアップの位置・姿勢計測

モックアップを操作する手指の動きはモーションキャプチャでデータ化できるが、モックアップの操作状態をデータ化するためには、手指とモックアップの位置・姿勢を合わせる必要がある。本研究ではまず、モックアップ形状の主要稜線に幅 1mm の青色テープを貼り、それを動画解析すると、Web カメラからの稜線の見え方が画像として取得できる (図2)。

現在使用しているモックアップ形状は分かっているので、その形状にどのような x 軸、y 軸、z 軸回りの回転と x 軸、y 軸、z 軸方向の平行移動を適用すれば、各フレーム時の画像と同じ稜線の見え方となるかを、稜線の画素と形状モデルの稜線の投影の適合により計算する (図3)。

さまざまな形状のユーザビリティ評価

さまざまな形状の操作データを計測できるモックアップ技術が構築できた。これにより、さまざまな形状のユーザビリティ評価を行う (図4)。



図2 モックアップの稜線画像取得

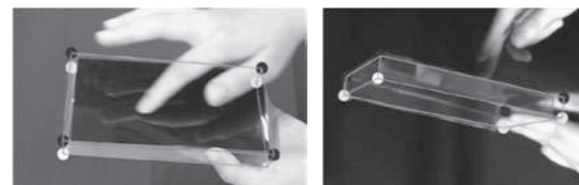


図3 手指とモックアップの位置・姿勢合せ

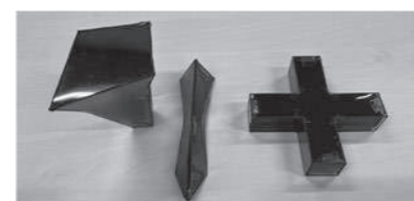


図4 さまざまな形状の発想

Physical Mock-up Technology to Digitize Upstream Stage of Design

Tamotsu Murakami

Professor, The University of Tokyo

Background and Objectives

The midstream stage of the design process has been enhanced by IT and digital engineering technologies such as CAD and CAE. In present product design, however, it is important to think about "what to create" at the upstream stage for a better life and society, as well as industrial competitiveness. An approach to supporting such ideation is to conceive a wide variety of possible shapes at the upstream design stage and evaluate their effectiveness with a certain degree of accuracy without much effort or cost.

The purpose of this research is to propose a physical mock-up technology at the upstream design stage that enables usability evaluation by testing the shape and structure of products based on various ideas with human touch and feeling, and acquiring digital data related to their operation.

Infrared Motion Capture and Transparent Mock-up

This study conceived a new physical mock-up that combines an infrared motion capture device (Leap Motion) with a visible light absorbing and infrared transmitting filter on a three-dimensional object made of a thin transparent plastic sheet. This mockup is as opaque to humans as a normal object, but infrared light is transmitted through it, so that the movements of hands and fingers handling the mock-up can be captured and digitized from one direction in infrared light without being blocked by the object (Fig. 1).



Fig. 1 Visually opaque and IR transmission mock-up.

Position and orientation measurement of mock-up by video analysis

Although the movement of hands and fingers can be captured, it is necessary to align the position and orientation of the mock-up to those of hands and fingers in order to reproduce the operating state of the mockup. In this research, first, blue tape with a width of 1 mm is applied to the main edges of the mock-up, which is then analyzed by video analysis to obtain how the edges look from a web camera (Fig. 2).

Since the mock-up shape currently used is known, we calculate what rotation around the x-, y-, and z-axes and translation in the x-, y-, and z-axes generate the same edge appearance as the image at each video frame by matching the pixels of the edges with the projected shape model edges (Fig. 3).

Usability Evaluation of Various Shapes

Using this mock-up technology, usability evaluation of various shapes can be conducted (Fig. 4).



Fig. 2 Mockup ridge line image acquisition.

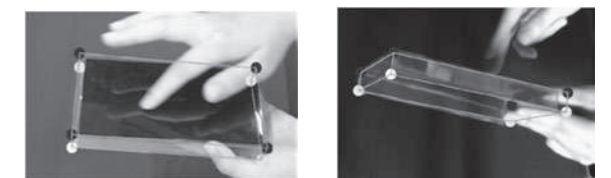


Fig. 3 Position and posture of hand and mock-up.

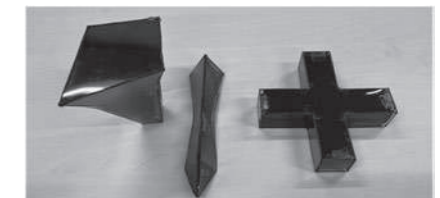


Fig. 4 Various shape ideas.

患者教育のデジタル化と生体情報をリアルタイムに収集するヘルスシステムの開発

石貫 智裕

札幌医科大学 大学院 保健医療学研究科 助教

背景と目的

超高齢化社会において平均寿命と健康寿命の乖離は深刻な問題である。患者のフレイルやサルコペニアを予防するため、健康モニタリングと行動変容が必須となる。近年、ウェアラブルデバイスを活用し健康情報を利活用するヘルスケア IoT が注目されているが、本邦は体制が未整備であり導入は諸外国と比べて後塵を拝している。そこで、本研究は患者情報の自動収集システムと健康評価のフィードバックシステムを実装したウェブアプリケーション (McCap: Medical capturing and reacting application) を開発し患者のヘルスポロモーションへ還元することを目的とした。

試験運用とその結果

McCap は OAuth API を使用したデータの自動転送プログラムを実装した。Consumer Key と Consumer Secret を開示し、睡眠データを収集するウェアラブルデバイスである Fitbit、体組成データを収集する InBody より Access Token を取得した。各データはゲートウェイサーバを経由しデータを最適化した上で McCap の内部処理へ渡し、データ管理 (MySQL)・統計処理 (CakePHP)・表示処理

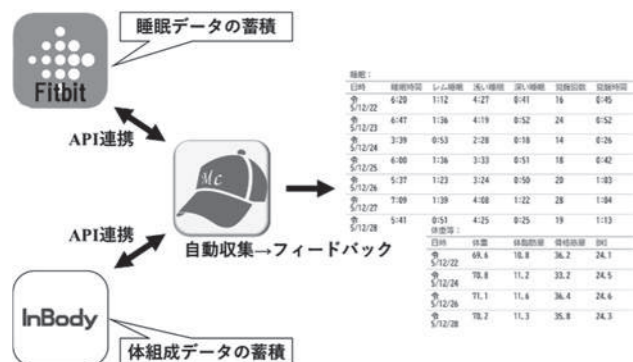


図 開発した McCap のデータフロー

(HTML・CSS・CakePHP) を単一サーバで実行することで、健康情報のフィードバックシステムを構築した。

開発したシステムを試験運用するため、看護師を対象にデータ収集した。14 日間の睡眠データを夜勤明けとその他の日に分けて比較した結果、いずれのデータも有意差を認めた。データ収集に要した 14 日間に研究対象者への介入は行っておらず、データは自動で集積することが可能であった。

今後の展望

今回のシステム開発により、ウェアラブルデバイスを活用し健康パラメータの自動収集と可視化が可能になった。今後は、本システムを臨床運用し、患者の健康把握と自己管理の支援に活用する。そのための準備として、すでに本学 IRB の審査を終えプロトコルの公開を行った。

McCap は現在、本学のみならず 4 大学 4 病院と共同研究を開始した。今回、健康情報の自動収集システムによってビッグデータの収集が可能となったため、将来的には健康自立度予測モデルを開発する予定である。これにより、既存治療に対する新たな判断基準や至適医療の再配分を創造することを期待する。

表 看護師を対象とした試験運用の結果

	夜勤明け	その他の日	P値
睡眠スコア	74.0 ± 2.9	78.8 ± 2.5	< 0.01 *
睡眠時間(分)	343.1 ± 37.3	431.4 ± 42.8	< 0.01 *
レム睡眠(分)	56.7 ± 15.7	74.3 ± 11.1	< 0.01 *
浅い睡眠(分)	221.9 ± 37.0	281.4 ± 29.7	< 0.01 *
深い睡眠(分)	64.5 ± 15.3	75.7 ± 9.0	< 0.01 *
RCSQ	50.9 ± 1.0	53.6 ± 2.5	< 0.01 *

Development of Digital Patient Education with an Automated Biometric Collection and Health Assessment Feedback System

Tomohiro Ishinuki

Assistant Professor, Sapporo Medical University

Background and objectives

The gap between life expectancy and healthy life expectancy is a severe problem in a super-aged society. Health monitoring and behavior change are essential to prevent frailty and sarcopenia in patients. In recent years, healthcare IoT, which utilizes wearable devices for health information, has been focused. However, Japan has been challenged to catch up with other countries introducing healthcare IoT systems. Therefore, this study aimed to develop a web application (McCap: Medical capturing and reacting application) that implements an automatic collection of patient information and feedback for health assessment to give back to patients' health promotion. The study was conducted as part of a pilot project.

Pilot operation and results

McCap implemented an automatic data transfer program using the OAuth API, disclosing Consumer Key and Consumer Secret and obtaining Access Tokens from Fitbit, a wearable device that collects sleep data, and InBody, which collects body composition data. The data is temporarily stored on a gateway server. Each data is passed to McCap's

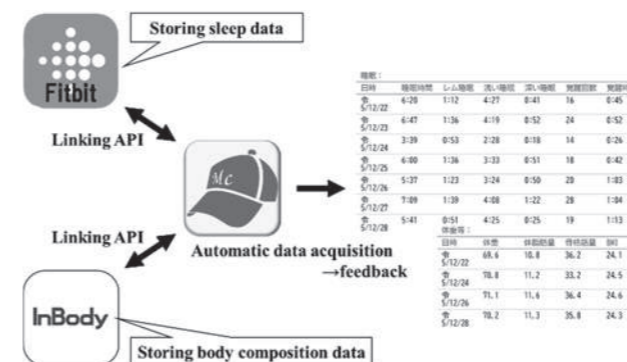


Fig. Developed McCap data flow.

internal processing after optimizing the data via a gateway server, and the data management (MySQL), statistical processing (CakePHP), display processing (HTML et al.) on a single server, a health information feedback system was constructed.

Data was collected from nurses to test the developed system; data on 14 days of sleep were compared between the night after night shift and other days, and significant differences were found in both data. No intervention was provided to the participants during the study period, and data could be automatically accumulated.

Prospects

The development of this system has enabled the automatic collection and visualization of health parameters using wearable devices. In the future, this system will be used clinically for patients to understand their health and manage. In preparation for this, the University's IRB has already completed its review and published the protocol.

McCap has now started collaborative research with four universities and four hospitals. Now that the automatic healthcare data collection system has enabled modeling to predict health independence will be developed. This is expected to create new decision criteria for existing treatments and the redistribution of optimal medical care.

Table. Result of nurses sleep.

	After night duty	Other day	P-value
Sleep score	74.0 ± 2.9	78.8 ± 2.5	< 0.01 *
Minutes of Sleep	343.1 ± 37.3	431.4 ± 42.8	< 0.01 *
Minutes of REM Sleep	56.7 ± 15.7	74.3 ± 11.1	< 0.01 *
Minutes of Shallow Sleep	221.9 ± 37.0	281.4 ± 29.7	< 0.01 *
Minutes of Deep Sleep	64.5 ± 15.3	75.7 ± 9.0	< 0.01 *
RCSQ	50.9 ± 1.0	53.6 ± 2.5	< 0.01 *

デジタルとゲノミクスの融合による ドライアイのディープフェノタイピング

猪俣 武範

順天堂大学 大学院 医学研究科 准教授

背景

ドライアイは本邦で2,000万人以上が罹患する最多の眼疾患であり、ウィズ・アフターコロナにおけるデジタル社会、超高齢社会において今後も増加する。ドライアイの症状は、視機能の低下による生活の質の低下や、集中力や生産性の低下から多くの経済的損失を起す。しかし、ドライアイの治療方法は未だに点眼による対症療法が主体であり、完治する方法は存在せず、人生の長期に渡り生活の質の低下を起している。そのため、ドライアイの発症や重症化を未然に防ぐ予防・予測・個別化医療が重要である。

一方、ドライアイは多因子疾患であり、遺伝的背景に加え、環境要因・生活習慣・宿主因子等が複合的に関連し、その発症や経過に影響を及ぼす。そのため、個々人の多様な症状や包括的な生活習慣等と遺伝子情報を融合し、統合解析することがドライアイに対する予防・予測・個別化医療の実現に向けた学術的課題である。

目的

本研究では、既にゲノム解析が進んでいる東北メディカルメガバンク計画において我々の開発したドライアイ研究用スマホアプリケーション(スマホアプリ)をアドオンすることで、ゲノム情報とスマホアプリから得たデジタル情報を含む個々人の包括的な表現系を統合解析し、ドライアイの発症あるいは重症化に関わる遺伝子領域の同定とデジタル情報を統合したディープフェノタイピングを行う。

方法

東北メディカルメガバンク機構のコホート調査に参加している20歳以上で、地域支援仙台センターの健康調査を受診した方に対して、ドライアイ研究用ス

マホアプリ「ドライアイリズム®」による追加調査を行った。スマホアプリ上で同意取得を取得し、ドライアイ疾患特異的質問紙票(J-OSDI)、最大開眼時間(MBI)、基本情報、生活習慣などを収集した。スマホアプリの初回調査から1ヶ月後に再度アプリでの調査を実施した。J-OSDI \geq 13点かつMBI \leq 12.4秒をApp-based Dry Eyeと定義した。

結果

1220人(平均年齢 51.4 ± 14.0 歳、女性74.4%)から、ドライアイリズムで収集する一連のデータを4536回取得した。App-based Dry Eyeは379人(女性85.0%、平均年齢 52.7 ± 14.0 歳)、No-App-based Dry Eyeは841人(女性69.7%、平均年齢 50.9 ± 14.0 歳)であった。J-OSDIトータルスコアはApp-based Dry Eye群はNo-App-based Dry Eyeと比較して有意に高かった(27.2 ± 12.3 点 vs. 11.4 ± 10.7 点, $P<0.001$)。MBIはApp-based Dry Eye群はNo-App-based Dry Eyeと比較して有意に短縮した(3.9 ± 3.6 秒 vs. 16.3 ± 12.0 秒)。1220人のうち634人(52.0%)が2回目のアプリの調査に参加した。

考察

本研究では、アプリを利用することで調査施設への来所を必要としない空間的に制限のないコホートの形成が可能であった。引き続きコホート調査を継続し、GWAS解析を実施する予定である。

結論

東北メディカルメガバンク機構のコホート参加者にドライアイリズムの追加調査することで、個々人の包括的なドライアイ情報とゲノム情報を融合した包括的ドライアイデータ基盤を構築した。

Deep Phenotyping of Dry Eye: Mobile Digital Informatics and Genomics

Takenori Inomata

Associate Professor, Juntendo University

Background

Dry eye (DE) is one of the most prevalent ocular surface diseases. Both the aging society and the rapidly advancing digital era contribute to a future increasing incidence DE. However, a post facto approach to DE by treating symptoms as they arise remains as the mainstay therapy, and as such, DE remains a chronic, incurable condition that can affect one's quality of life long-term. Therefore, preventive, predictive, and personalized approach to suppress the onset and worsening of DE.

DE is a highly multifactorial disease with a complex interplay between genetic, host-related, environmental, and lifestyle factors. Hence, efficacious methodologies to integrate and analyze a vast, comprehensive dataset remains a challenge for current researchers who aim to bring preventive, predictive, and personalized medicine to clinical practice.

Purpose

In this study, we incorporated our in-house smartphone application (app), DryEyeRhythm®, developed for DE research to an existing large dataset on individual genomic data, the Tohoku Medical Megabank Project, with an aim to elucidate genetic loci related to DE and to perform deep phenotyping of DE using big data that encompasses both one's genomics and personalized digital data on various presentations and DE-related factors.

Methods

Subjects of age 20 or older participating in the Tohoku Medical Megabank Organization's cohort study that completed the health survey from the

Sendai community support center were recruited for an additional survey using DryEyeRhythm®. Participants provided consent electronically using the app, and the app subsequently collected demographics, lifestyle information, maximum blink interval (MBI), DE-specific symptom questionnaire (J-OSDI) results, and other related data. A repeat survey was collected after 1 month from the initial app-based survey. App-based DE was defined as J-OSDI \geq 13 or MBI $<$ 12.4s for this study.

Results

1,220 participants (mean age 51.4 ± 14.0 , 74.4% female) were included in this study, and 4,536 individual data points were collected using DryEyeRhythm®. Of the 1,220 participants, 379 was found to have app-based DE and 841 did not meet criteria for app-based DE. J-OSDI total score in the app-based DE group was significantly higher compared to its counterpart (27.2 ± 12.3 vs. 11.4 ± 10.7 ; $P<0.001$). Reversely, MBI in the app-based DE group was significantly shorter compared to its counterpart (3.9 ± 3.6 s vs. 16.3 ± 12.0 s; $P<0.001$). 634 of 1,220 (52.0%) participated in the 2nd round of the app-based survey.

Conclusion

Through a simple and minimally intrusive addition of an app-based DE survey using DryEyeRhythm® to the Tohoku Medical Megabank cohort study, the newly constructed dataset that combines genomic data and the comprehensive, personalized DE-related information may show promise in approaching the next steps to bring principles of preventive, predictive, and personalized medicine to clinical practice.

情報処理技術を駆使した医薬品候補物質の超効率的探索

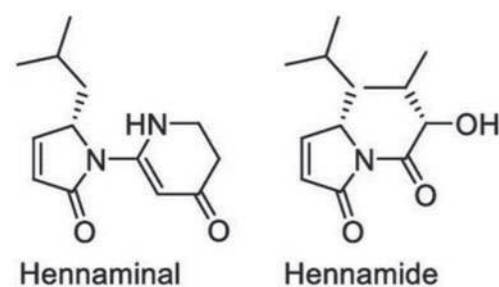
岩崎 有紘

中央大学 理工学部 准教授

背景

生物が生産する物質の中には、強力な生物作用をもつ物質が存在する。ペニシリンやストレプトマイシンに代表されるこうした物質は、医薬品として利用され、人類の生活水準の向上に貢献してきた。しかしながら、一般に含有量が非常に少なく、その探索は非常に困難である。加えて分解反応や誘導化反応に供せる化合物量も限られるため、その構造決定は困難を極める。こうした背景のもと、本研究では、従来の有機化学的手法に、近年発展の著しい情報処理技術を組み合わせることで、この解決をはかることとした。

成果 宮古島産海洋シアノバクテリアから単離した抗トリパノソーマ活性物質ヘンナミナルおよびヘンナミナドの発見¹⁾



宮古島の東平安名崎で採集した *Rivularia* 属海洋シアノバクテリア (湿重量 240 g) に含まれる新規生物活性物質の探索を行った。その結果、2種の新規化合物を発見し、ヘンナミナルおよびヘンナミナドと名付けた。これらはそれぞれ 5.9 mg と 0.8 mg しか入手できなかった。ヘンナミナルおよびヘンナミドの平面構造は、二次元 NMR と高分解能質量スペクトルの解析により明らかにした。ヘンナミナルの絶対立体配置は実測の ECD スペクトルと理論 ECD スペクトルの比較によって明らかにした (図 1)。理論 ECD の計算においては、ワークステーションを活用し、段階的に計算

コストの高い手法を採用していくことで効率的な計算を実施した。まず分子力学法 (MMFF 力場) によって配座探索を行い、最安定配座から 40 kJ/mol 以内に含まれる配座を選抜した (34 配座)。得られた配座に対して Hartree-Fock 法 (基底関数は 3-21G) で構造最適化を行い、ふたたび最安定配座から 40 kJ/mol 以内に含まれる配座を選抜した (19 配座)。得られた配座に対して密度汎関数法 (ω B97X-D/6-31G*) を用いたエネルギー計算を行い、最安定配座から 15 kJ/mol 以内に含まれる配座を選抜した (14 配座)。これらの配座に対して密度汎関数法 (ω B97X-D/6-31G*) を用いた構造最適化計算を行い、得られたエネルギーと配座を用いて理論 ECD スペクトルを計算した。図 1 に示す通り、*S* 体の理論データが実測データをよく再現したことからヘンナミナルの絶対立体配置を *S* であると決定した。

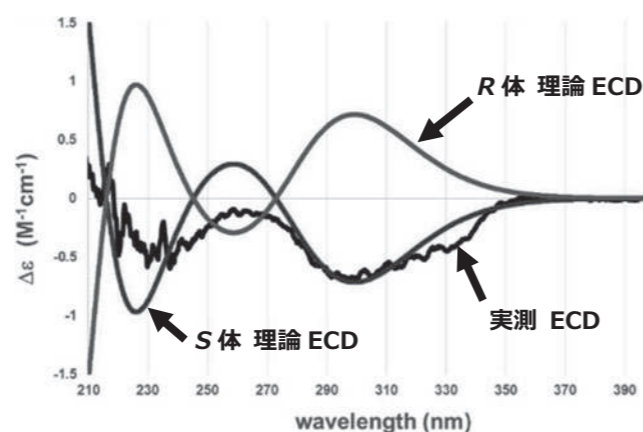


図 1 実測 vs 理論 ECD スペクトルの比較

ヘンナミナルはヒト子宮頸がん細胞に対して 100 μ M 以上の濃度で毒性を示さない一方で、アフリカ睡眠病の病原生物であるトリパノソーマ原虫に対して 11 μ M の濃度で選択的に増殖阻害活性を示す化合物であった。

本成果はアメリカ化学会の *Organic Letters* 誌の 25 巻 14 号 2400 ページに掲載された。

1) *Org. Lett.* **2023**, *25*, 2400-2404.

Efficient Discovery of Drug Seed Compounds using Information-processing Technology

Arihiro Iwasaki

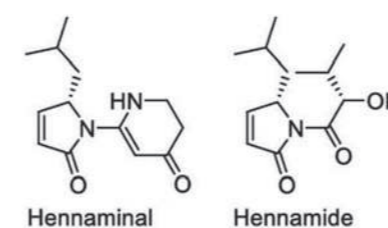
Associate Professor, Chuo University

Introduction

Some compounds produced by organisms show strong biological activities. These compounds including penicillin and streptomycin have been used as drugs or drug seed compounds contributing human health. However, the discovery and structure determination of these compounds are very difficult due to the extremely low-availability from producing-organisms. Against this background, we tried to solve this problem by a combination of conventional methods on organic chemistry and new technology based on informatics.

Discovery of hennaminal and hennamide, new anti-*Trypanosoma* compounds isolated from the *Rivularia* sp. marine cyanobacterium¹⁾

We investigated the secondary metabolites of the *Rivularia* sp. marine cyanobacterium (240 g, wet weight) collected at Higashihennazaki, Okinawa, Japan, and isolated two novel compounds, named hennaminal (5.9 mg) and hennamide (0.8 mg). The planar structures of hennaminal and hennamide were clarified based on the analyses of 2D NMR and high-resolution mass spectra.



Considering the scarcity of the compound, the absolute configuration of hennaminal was revealed on the basis of a comparison of the experimental and theoretical ECD spectra (Fig. 1). For the calculation of the theoretical ECD spectra, we applied higher

calculation methods in a stepwise manner to achieve efficient calculation using a high-spec PC. First, conformational search was carried out by molecular mechanics using MMFF force field resulting 34 conformers within 40 kJ/mol from the most stable conformer. Then, conformational optimization at HF/3-21G level yielded 14 conformers. Further energy evaluation followed by conformational optimization based on density-functional theory (ω B97X-D/6-31G* level) afforded 14 conformers as stable conformers of hennaminal, and we constructed the theoretical ECD spectrum based on them. As shown in the figure 1, the theoretical data of (*S*)-hennaminal matched with the experimental spectrum very well, and we concluded that hennaminal possessed *S* configuration.

Hennaminal showed selective growth-inhibitory

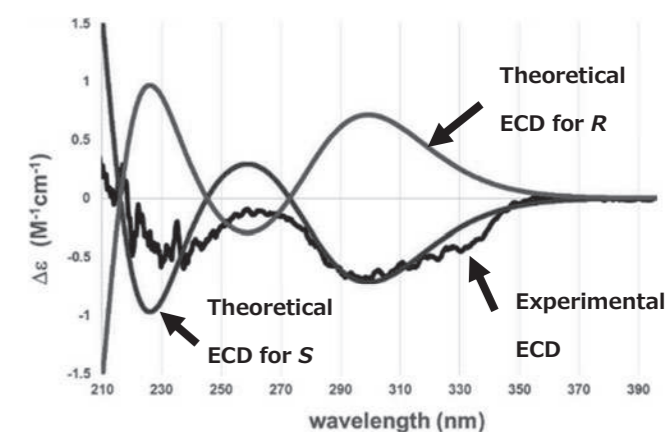


Figure 1 Experimental vs theoretical ECD spectra

activity against *Trypanosoma brucei rhodesiense*, the causative organism of African Sleeping Sickness, with the IC_{50} value of 11 μ M.

The result of this study was published in *Organic Letters*.¹⁾

1) *Org. Lett.* **2023**, *25*, 2400-2404.

デジタルリンクを基盤とした ニューロフィードバック訓練系のパッケージ化

櫻田 武

成蹊大学 理工学部 准教授

ヒトの脳機能を向上させるための手段はいくつか存在するが、その中に「ニューロフィードバック」と呼ばれるリアルタイム脳情報解析を基盤とした技術がある。この技術を用いた訓練により、望ましい神経活動が獲得され、最終的に健常者や患者の神経系における様々な認知・運動機能の改善・向上が実現する。

これまでヒトの認知機能の一つである「注意」を対象としてニューロフィードバック訓練システムを開発してきたが(櫻田武 特開 2021-083654)、そのシステムは持ち運びが困難な多くの機器で構成されており、研究施設など特定の環境下でしか訓練ができないなどの不便さを問題として抱えていた。そこで本研究では、このニューロフィードバックによる脳機能訓練システムを小型化・オンライン化することで訓練者がより自由に訓練が行うことのできるシステムの構築を目指した。

本研究での成果として、システムの小型化の実現が挙げられる。実装したシステムは「計測・解析部」「システム操作部」「感覚刺激装置」から構成される(図1)。システムの根幹をなす計測・解析部

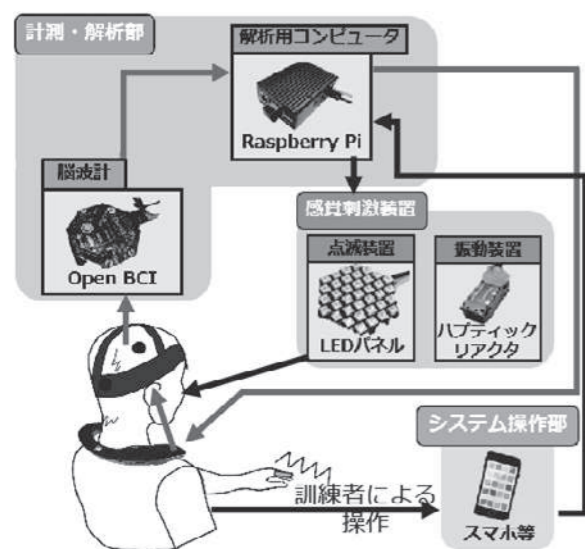


図1 システムの全体構成

はラズベリーパイを基盤としており、この処理系がニューロフィードバックのための脳波解析や特定の脳波を誘発するための感覚刺激装置の制御など全てを行う。また、ラズベリーパイはネットワークにも接続されているため、訓練中の情報を外部と共有するデジタルリンク機能も有している。脳波計としてOpenBCIを採用し、注意状態を推定するための律動的脳波(定常状態体性感覚誘発電位あるいは定常状態視覚誘発電位)を体性感覚野・視覚野に設置した電極から計測する。システム操作部は原則として訓練者が所有するスマートデバイスを想定しており、ネットワークを介して「計測・解析部」にアクセスすることで訓練メニューを開くことが可能な仕様となっている。初回アクセス時には、訓練者情報を登録したうえで、訓練日数など訓練内容を自由にカスタマイズできるものとなっている。訓練中、訓練者の脳活動状態は装着したネックスピーカーから聴覚情報としてフィードバックされる。以上の開発により、個人でも利用しやすいコンパクトな訓練系が提案できたといえる(図2)。さらに、本システムにより注意状態の推定に必要な該当脳波が誘発・検出できたことから、ニューロフィードバック訓練システムとして成立することも確認している。

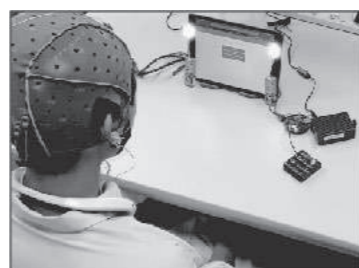


図2 訓練時の様子

今後、本システムを医療やスポーツ現場へ適用し、実際に訓練を行う個人にとってより実用的で使いやすいシステムに改良していく。

Development of Digital-Linked Neurofeedback Training System

Takeshi Sakurada

Associate Professor, Seikei University

There is a technique based on real-time brain information analysis called “neurofeedback” that aims to improve human brain function. Through neurofeedback training, desired neural activity can be acquired, ultimately improving various cognitive and motor functions in the central nervous system of healthy individuals and patients.

We have developed a neurofeedback training system targeting attention, which is one of the human cognitive functions. However, our system consists of many equipment that are difficult to carry, and neurofeedback training can only be performed in specific environments such as research facilities. Therefore, this study aimed to develop a system that allows trainees to train more freely by downsizing this neurofeedback system.

One of the achievements of this study is the realization of a more compact neurofeedback training system. The proposed system consists of the “EEG measurement and analysis section”, “system operation section”, and “sensory stimulation device” (Figure 1). The Raspberry Pi-based EEG measurement and analysis section performs all processing,

including EEG preprocessing and controlling the sensory stimulation device to elicit specific brain oscillations related to attention. Additionally, since the Raspberry Pi is connected to the network, it also has a digital link function that allows information during training to be shared externally. Open BCI is used as an EEG recording device. Attention-related brain oscillations (i.e., SSSEP and SSVEP) are measured from electrodes placed on the somatosensory and visual cortices to estimate the attentional state. The system operation section is assumed to be a trainee’s smart device, and the training menu window can be opened by accessing the measurement and analysis section (i.e., Raspberry Pi) via the network. When accessing for the first time, trainees can register their information and freely customize the training protocol. During neurofeedback training, the trainee’s brain activity is fed back as auditory information from the neck speaker she/he wears. Through these developments, it can be said that the compact training system has become easier for personal use (Figure 2). Furthermore, since the proposed system was able to elicit and detect the relevant brain oscillations necessary for estimating the attention state, it was confirmed that it can be used as a neurofeedback training system.

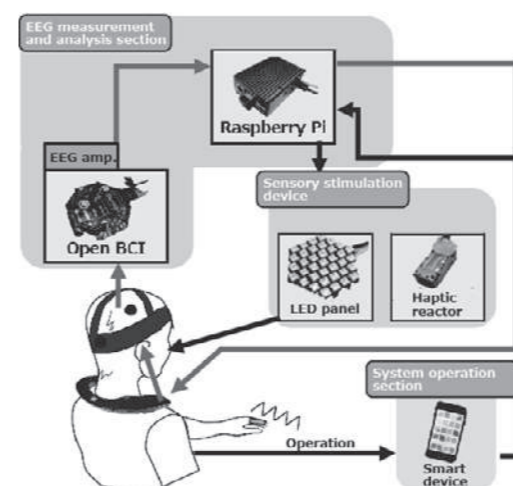


Figure 1 Overall system configuration



Figure 2 Training situation

In the future, it will be necessary to apply this system to medical and sports fields and improve the system to make it more easy to use for individuals.

ピロリ菌除菌後胃癌のAIによる再発予測と 正確診断プログラムの開発

柴田 知行

藤田医科大学 消化器内科 教授

概要

ヘリコバクターピロリ菌 (HP) の除菌により胃癌の発生が抑制される。しかし除菌の効果が不十分な症例では、除菌後に短期間で癌が発生し (除菌後胃癌)、その診断も困難である事が問題となっている。我々は除菌後胃癌の発生と胃粘膜萎縮との関連性、および除菌後胃癌は病理診断が困難である事を明らかにしてきた。本研究では HP 除菌後胃癌に関連した重要な2つの課題についてAIを用いた解決を試みる。①早期胃癌切除後に除菌した患者の胃癌異時性再発ハイリスク群の客観的患者選別プログラムの構築、②除菌後胃癌症例で当該病変の生検組織結果が陰性であった症例の内視鏡的・病理学的特徴をAIにて把握する事を目的とした。

研究方法と結果

<AIシステムの画像解析の基本的手法>

画像をデータセットで分類収集⇒画像のセグメンテーション (領域分け) ⇒Augmentation (画像の回転などによる水増し) ⇒データセットの学習⇒結果 (胃癌の指摘など)

目的②に関しては多忙な病理医との協力が得られなかったため目的①を遂行した。目的①に対しまずHP感染により進行する萎縮性胃炎分類 (木村竹本分類) C-1 から O-3 (萎縮軽度～高度) までを、学内データベースの萎縮性胃炎の内視鏡画像 (通常光) で学習させ、萎縮度自動診断システムを構築した (図)。萎縮の細かい分類は症例数的に困難と判断し、C (軽

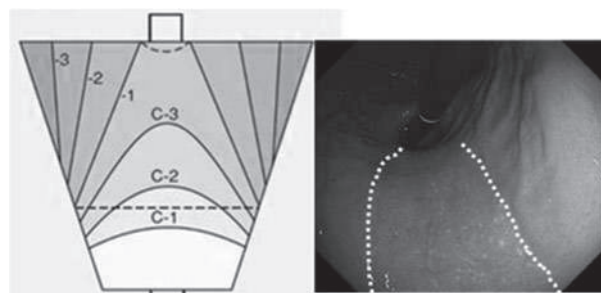


図) 内視鏡的萎縮境界 (左は模式図、右は実際の萎縮像O-1) 胃体部小彎側で噴門を越えないclosed type (C-1～C-3)と、さらに大彎側に進展するopen type (O-1～O-3)に分類される。実画像中央のまだら粘膜が萎縮粘膜である (破線が境界)。

度萎縮) と O (高度萎縮) の2分類で自動判別を行った。当初、萎縮の境界線を引いてセグメンテーション (領域分け) による分類を予定したが、萎縮が高度になると境界線を一定画角で策定する事が困難であり、撮影写真全体での分類を行った。C 1201枚66症例、O 739枚52症例の画像をトリミング後、data augmentation を行い画像枚数を調整した。分類に各種 CNN モデル (VGGNet、DenseNet、ResNet、GoogleNet) と Vision Transformer を用い、性能比較を行った。Balanced accuracy で比較したところ、DenseNet169 で0.897 と最も高い結果を得られた (表)。

CNN	Balanced Accuracy	F1 score	AUC
VGG16	0.873	0.841	0.922
VGG19	0.884	0.851	0.941
ResNet50	0.889	0.864	0.923
Inception V3	0.811	0.765	0.859
DenseNet121	0.890	0.858	0.933
DenseNet169	0.897	0.871	0.929
DenseNet201	0.896	0.873	0.922

表 各 CNN での性能比較

次に、除菌後5年以内に癌が再発した症例20例と非再発例90例でのCとOの比率を内視鏡専門医の診断と、CNNによる診断で比較した。その結果、内視鏡医は再発群でC:O 4:16 非再発群でC:O 29:61であったのに対し、DenseNet169では再発群でC:O 15:5 非再発群でC:O 69:21と逆転した結果となった。

考察と結論

HP感染により進行する萎縮性胃炎の自動分類システムを構築できた。しかし、除菌後胃癌群における萎縮性胃炎の判定に於いて、内視鏡医との判定比較で乖離が認められた。他のCNNなどでも結果にはばらつきがあり、更なるシステムの改善が必要と考えられた。

AI Program for Gastric Cancer after *Helicobacter Pylori* Eradication

Tomoyuki Shibata

Professor, Fujita Health University

Overview

Eradication of *Helicobacter pylori* (HP) suppresses the occurrence of gastric cancer. However, in cases where eradication is insufficiently effective, cancer develops within a short period after eradication (post-eradication gastric cancer; PEGC), and the diagnosis is difficult. We have revealed the relationship between the occurrence of PEGC and gastric mucosal atrophy, and the difficulty in pathological diagnosis of PEGC. In this study, we attempted to solve two important issues related to PEGC using AI. 1. Establishment of an objective patient selection program for high-risk metachronous recurrence of gastric cancer in patients who have undergone eradication after early gastric cancer resection, 2. Endoscopic examination of gastric cancer patients whose biopsy tissue results of the relevant lesions are negative after eradication. The aim was to use AI to understand mirror-like and pathological features.

Methods and Results

<Basic methods of image analysis for AI systems> Collect images using datasets ⇒ Image segmentation (area division) ⇒ Augmentation (image rotation, etc.) ⇒ Dataset learning ⇒ Results (point out gastric cancer, etc.) Regarding objective 2, we were unable to obtain cooperation from the pathologist, so we carried out objective 1. For purpose 1, first, we will use endoscopic images (normal light) of atrophic gastritis from the university database to classify atrophic gastritis that progresses due to HP infection (Kimura Takemoto classification) from C-1 to O-3 (mild to severe atrophy). was trained to construct an automatic atrophy degree diagnosis system (Figure). We judged that detailed

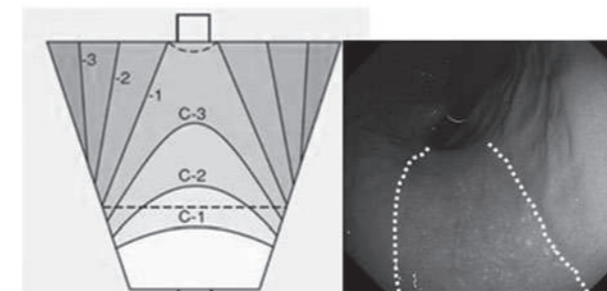


Figure) Endoscopic atrophic border [A: schematic diagram, B: actual atrophy image O-1] Atrophy is classified as Closed type (C-1 to C-3) that does not progress to the cardia on the lesser curvature of corpus, and Open type (O-1 to O-3) that progresses more to the greater curvature. The mottled mucosa of the stomach is atrophic mucosa (broken line is the border).

classification of atrophy would be difficult due to the number of cases, so automatic discrimination was performed using two classifications: C (mild atrophy) and O (severe atrophy). Initially, we planned to draw the boundaries of atrophy and classify by segmentation (area division), but as atrophy becomes more advanced, it becomes difficult to draw borderline at a constant angle of view, so we decided to classify the entire photograph. After cropping the images of C: 1201 images, 66 cases, O: 739 images, 52 cases, perform data augmentation to adjust the number of images. We used various CNN models (VGGNet, DenseNet, ResNet, GoogleNet) and Vision Transformer for classification and compared their performance. When comparing Balanced accuracy, DenseNet169 obtained the highest result of 0.897 (Table).

CNN	Balanced Accuracy	F1 score	AUC
VGG16	0.873	0.841	0.922
VGG19	0.884	0.851	0.941
ResNet50	0.889	0.864	0.923
Inception V3	0.811	0.765	0.859
DenseNet121	0.890	0.858	0.933
DenseNet169	0.897	0.871	0.929
DenseNet201	0.896	0.873	0.922

Table Performance comparison of each CNN

Next, we compared the C and O ratios between 20 cases in which cancer had recurred within 5 years after eradication and 90 cases in which cancer had not recurred, as diagnosed by an endoscopist and by CNN. As a result, endoscopists had a C:O of 4:16 in the recurrence group and C:O of 29:61 in the non-recurrence group, whereas DenseNet169 had a C:O of 15:5 in the non-recurrence group C:O, the result was 69:21.

Discussion and Conclusion

We were able to construct an automatic classification system for atrophic gastritis that progresses due to HP infection. However, a discrepancy was observed in the diagnosis of atrophic gastritis in PEGC compared with that of endoscopists. There were variations in the results with other networks such as CNN, and it was thought that further system improvements will be needed.

Weibo データを活用した武漢の都市封鎖における 中国国民感情変化の分析

于 海春

北海道大学 大学院 メディア・コミュニケーション研究院 助教

本研究の目的は、武漢「封鎖」をめぐる Weibo 上における中国国民の感情変化を実証的に示し、危機対応における中国共産党と政府による情報統制の戦略と特徴を明らかにすることである。

2020 年初頭、中国の武漢市で新型コロナウイルス感染症(COVID-19)が爆発的に流行していた際、中国共産党と政府は初動の遅さや情報隠蔽などで国内・国外からの批判を浴び、権威主義体制の正統性の低下に直面した。未知性の高い感染症的流行、怒りと不満を膨らませた大衆に直面して、中国共産党と政府はいかなる情報統制を行い、弱まった統制の正統性を再確立させたのか。この問いを明らかにするために、本研究は武漢の都市封鎖を事例として、ソーシャルメディア上に表出される国民感情に焦点を当てて分析を行った。また、本研究はオンライン上でアクセスできる、情報統制前後に収集していた二つのデータセットに対する分析結果の照合を行うことで、武漢封鎖期間中における中国共産党による情報統制の程度を実証的に示した。

分析では、Weibo 投稿を研究対象に、Watanabe (2017) によって開発された、Latent Semantic Scaling(LSS)という半教師あり学習手法を用いて、Weibo 上における新型コロナ感染症に関する国民感情の変化を実証的に提示した。具体的には、本研究は国民感情に関して、「応援・称賛・感謝」と政府に対する「怒り・不満・批判」を対立するものとして取り扱い、それに基づいて半教師あり学習種語の設定を行った。そして、「応援・賞賛・感謝」と「怒り・不満・批判」をそれぞれ表す特徴語を機械が見つけて重み付けし、各投稿の感情を示す特徴語から標準スコアを算出した。

分析から得られた知見は主に以下の二つである。

第一に、Weibo 上に観察された感情の変化。2020 年 1 月 19 日（「都市封鎖」の宣言・実行の 2 日前）から投稿量の大幅な増加に伴い、Weibo 投稿から抽出した国民感情も急激に「応援・称賛・感謝」の方へ移行し、ポジティブな感情が中心となっている。とはいえ、この結果は「怒り・不満・批判」を含んだ書き込みが少ないという意味ではない。「応援・称賛・感謝」と「怒り・不満・批判」それぞれ投稿量の経時変化を合わせると、ポジティブ感情中心が観察されたのは中国共産党と政府による情報統制の結果であることがわかる。

第二に、中国共産党と政府による情報統制の効果。Weibo 上にみられる国民感情の変化が生じる一つの原因は、「応援・感謝・感動」を含む投稿の大量増加である。特筆すべきなのは、本研究は芸能人と関連するポットはこれらの水増し情報の拡散において重要な役割を果たしていることを明らかにした。Weibo 上みられる国民感情の変化が生じる二つ目の原因は、情報検閲によって、「怒り・不満・批判」感情を含んだ投稿が大量削除されたからである。規制前データにおける感情推定値の上昇幅は小さく、封鎖宣言・実施日から 2 月末までの Weibo 上の書き込みは終始「怒り・不満・批判」の感情が中心となっているに対して、規制後データセットにおいて、ポジティブな感情が中心となっている。以上から、武漢封鎖事例においては、新型コロナウイルスの蔓延によって政府への過度な批判が生じないように、強力な情報操作が Weibo 上に表面化された国民の感情の変化をポジティブな方向へ誘導したといえる。

以上、本研究の分析から武漢の都市封鎖においては、中国共産党と政府は巧みな情報統制を通じて権威主義体制の正統性を向上させたといえる。

Shifting Public Sentiments on Weibo during the COVID-19 Lockdown in Wuhan

Haichun Yu

Assistant Professor, Hokkaido University

This study aims to empirically illustrate the shift in sentiments among Chinese netizens on Weibo regarding the "Wuhan lockdown," shedding light on the strategies and characteristics of information control employed by the Chinese Communist Party and the government in crisis management. During the initial phase of the COVID-19 outbreak in Wuhan in early 2020, the Chinese Communist Party and the government faced criticism for their delayed response and information suppression, resulting in a decline in the legitimacy of their authoritarian regime. Confronted with the task of managing a highly contagious and unknown infectious disease outbreak while contending with increasing public discontent, this study investigates how the Chinese Communist Party and the government implemented information control to steer public sentiment in a positive direction.

The analysis centers on Weibo posts and utilizes Latent Semantic Scaling (LSS), a semi-supervised learning method, to empirically depict the shifts in public sentiments regarding the infection and "Wuhan lockdown" on Weibo. Specifically, public sentiments are classified as "cheering, praising, thanking," and "anger, dissatisfied, critical." The study uncovers two primary findings:

Changes in observed sentiments on Weibo: On January 19, 2020, two days before the declaration and enforcement of the "Wuhan lockdown," a significant increase in Weibo posts was observed. This surge was accompanied by a swift shift in the

public sentiment towards "cheering, praising, and thanking," with positive sentiments prevailing. However, it is important to highlight that, posts expressing "anger, dissatisfied, critical" were not scarce; rather, the dominance of positive sentiments was a result of information control by the Chinese Communist Party and the government.

Effectiveness of information control: Factors contributing to the changes in national sentiments on Weibo included a substantial increase in posts containing "cheering, praising, thanking," with the study highlighting the significant role played by bots associated with celebrities in disseminating these artificially generated posts. Another factor was the mass removal of posts containing "anger, dissatisfied, critical" due to information censorship. This resulted in a shift from predominantly negative sentiments to positive ones in the post-regulation dataset, indicating that powerful information manipulation on Weibo induced a positive shift in national sentiments.

In conclusion, based on the analysis, it can be argued that the Chinese Communist Party and the government effectively bolstered the legitimacy of their authoritarian regime through adept information control during the lockdown in Wuhan.

ソーシャルメディアを活用した感情制御： 実態と有効性の検討

浦野 由平

山形大学 地域教育文化学部 講師

うつ病や不安症などに代表される感情障害に共通する背景要因として、近年「感情制御」が注目を集めている。感情制御とは、感情反応をモニタリング・評価・調整するプロセス (Thompson, 1994) とされる。先行研究の多くは、状況や出来事の捉え方を変えることで感情を変容させる「再評価」などの認知的な感情制御方略の使用傾向に着目し、精神症状との関連から各種方略の適応性を議論してきた (e.g., Aldao et al., 2010)。

しかしながら、Koole & Veenstra (2015) によれば、我々は感情を頭のみを使って制御しているわけではなく、様々な「環境」との相互作用を通して感情を制御している。我々を取り巻く「環境」の中で、近年その存在感を増しているのが各種ソーシャルメディアであろう。生まれた頃から IT 環境に囲まれているデジタルネイティブ世代はもちろん、今や全世代においてソーシャルメディアは社会生活を営む上で不可欠となっている。ソーシャルメディアの使用と健康に関する研究では、SNS の積極的利用 (e.g., 自ら投稿する等) がメンタルヘルスに良い影響を及ぼす一方で、その受動的利用 (e.g., 投稿を閲覧する等) がウェルビーイングを低下させることが示唆されてきた (e.g., Verduyn et al., 2015)。以上から、ソーシャルメディアは我々のウェルビーイングに深く関わる「環境」の一つと考えられるが、感情制御における機能について検討した実証研究は多くない。

このような背景から、本研究では感情制御を目的としたソーシャルメディア (以下、SM) 活用の実態把握と、その有効性検討に関する調査研究を複数実施した。まず国内で利用率が高いソーシャルメディアのアカウントを複数所有する 20-39 歳の成人 500 名を対象として実態把握を目的とした

調査 (調査 1) を実施した。分析にあたっては、感情制御を目的として SM を活用していると回答した対象者の自由記述データに対してテキストマイニングを実施した。まず、頻出した上位 50 語を抽出した結果、「見る」「連絡」「収集」「投稿」「閲覧」「つぶやく」などの動詞の出現頻度が多かった。SM 別の特徴を検討したところ、各メディアの方向にそれぞれのメディアを特徴づける語がプロットされた。また、年代別の特徴を検討したところ、10 代では動画に関する語が、20 代では投稿に関する語が、30 代では連絡に関わる語が特徴語としてプロットされた。

次に SM 活用の有効性を検討することを目的に、クラウドソーシングサービスを通じて 20-39 歳の成人を対象とした調査 (調査 2) を 2 つ実施した。具体的には、事前調査と経験サンプリング調査を 2 サンプルに対して実施し、日々の SM 活用と気分及び精神的健康の関連について検討した。マルチレベル相関分析の結果、個人内 (Within) レベルではいずれも気分・抑うつと弱い相関を示したものの、個人間 (Between) レベルではいくつかの SM 活用 (e.g., 動画視聴) が抑うつと正の関連を示した。つまり、感情制御のために特定の SM 活用 (e.g., 動画視聴) を多く行う個人は、一部の抑うつ症状を経験する傾向にあることが示唆された。

しかし、以上の分析結果はいずれも暫定的なものであるため、今後さらに詳細な分析を行った上で、SM 活用の実態や有効性について学会発表及び論文投稿を行う予定である。

Regulating Emotions Using Social Media: An Exploratory Study

Yuhei Urano

Lecturer, Yamagata University

Studies on emotion regulation have been increasing in recent years. Emotion regulation is defined as processes involving the monitoring, evaluation, and regulation of emotional responses (Thompson, 1994). Numerous studies have focused on the tendencies to utilize various cognitive emotion regulation strategies, and have discussed their adaptability in relation to psychopathological symptoms (e.g., Aldao et al., 2010).

Although emotion regulation is traditionally portrayed as a deliberate activity that occurs in our mind, dynamic interactions between various environments play a vital role (Koole & Veenstra, 2015). In recent years, various social media platforms have become indispensable tools for participating in social life. Research on the use of social media (SM) suggests that active use of SNS (e.g., posting content) has a positive influence on mental health, while passive use (e.g., browsing posts) may decrease well-being (e.g., Verduyn et al., 2015). Hence, social media is considered one of the 'environments' closely tied to our well-being; however, there is limited research on the roles that SM plays in emotion regulation.

In the present study, we conducted a series of surveys aimed at exploring the utilization and efficacy of social media (SM) in emotion regulation. Survey 1 targeted 500 adults aged 20-39 with multiple accounts of social media platforms. The objective was to explore the actual use of SM in emotion regulation. We employed text mining to analyze text responses. Results revealed that verbs such as "watch," "communicate," "collect," "post," "browse," and "tweet" frequently appeared in

responses. Furthermore, we conducted a social media/age category-specific investigation of text responses using correspondence analysis, and revealed characteristics of each social media/age category.

In Survey 2, we examined the effectiveness of social media (SM) use; we conducted identical surveys targeting two samples. We recruited participants through crowdsourcing services, targeting adults aged 20-39 with multiple accounts of social media platforms. Specifically, a preliminary survey and an experience sampling survey were conducted to two distinct samples, exploring the associations between daily SM usage and mood as well as mental health.

Results of multilevel correlation analyses suggested weak correlations between SM use and mood/depression in the within-level. However, at the between-level, several SM use (e.g., video watching) showed positive association with depressive symptoms. This may suggest that individuals who engage in specific social media use for emotional regulation, such as watching videos, tend to experience some depressive symptoms.

However, it is crucial to note that the analyses discussed above are tentative. We will conduct more in-depth analyses to explore the use and effectiveness of SM use. We plan to present our findings at academic conferences and submit papers to journals.

国際報道における注目度とその要因

—オンラインメディアを中心に—

金 樹延

関西外国語大学 英語国際学部 准教授

近年、デジタル技術の発展によるメディアの多様性が行われている。特に、オンラインメディアへのアクセスが増加しており、「Digital Era in Journalism」に突入したと言われている。それに伴い、市民が国際情勢や自国の外交政策に関する知識を獲得する際、オンラインメディアはその主要な源泉となっている。しかし、日本の従来型のメディアの分析を通して、国際報道の比重が低く、その中でも一部の国しか取り上げられないという点で歪みがあるという指摘がなされている。このような状況に鑑み、国際報道の偏りを誘発する原因の究明が不可欠である。

では、国際報道にある大きな不均衡の改善に向かいつつ、世界を均等で包括的に取り上げることが可能なのだろうか。特に、オンラインメディアが台頭してきている中、海外への理解を促すため、国際報道の偏りを解消するにあたって何ができるのか。これまでの研究でこれらの問いに答えようとしてきたが、さらなる分析が必要である。

本研究では、オンラインメディアの国際報道における報道傾向を明らかにした上で、それらの報道における決定因を検討することを目的とする。

分析対象は、利用者数で突出しており、利用時間が最も長く、情報源として依存傾向が見られる2023年の *Yahoo!* ニュースを選んだ。

まず、記事の量的（報道量）・質的（報道内容）分析を行い、報道傾向を確認した。これを受けて、報道を決める要因を推定するために、収集したデータの統計分析を実施する予定である。その際、報道量を被説明変数、「報道された国の特徴」や「日本との関係」を説明変数とする回帰分析を行う。

Yahoo! ニュースでは、31,343 記事が提供されており、その中で、国際報道は3,697 記事であった。全記事に占める割合は 12%程度だった。大半は国内

ニュースであり、国際報道は、スポーツ（n=4,677 記事、15%）やエンターテインメント（n=4,376 記事、14%）ニュースより少ないことから、国際報道の露出が顕著であるとは言い難い状況である。

さらに、国際報道で注目されている国に偏りが見られた（Table 1 参照）。上位 5 カ国のみで 53% を占めており、アフリカ・オセアニア・中南米は疎外されていた。

Table 1 : *Yahoo!* ニュースが注目した上位 10 カ国

Rank	Country	No. of stories	%
1	U.S.	568.3	15%
2	Russia	506.8	13.4%
3	Ukraine	358.6	9.5%
4	China	353.9	9.4%
5	Japan	214.6	5.7%
6	North Korea	200.9	5.3%
7	Palestine	184.6	4.9%
8	Israel	172.9	4.6%
9	South Korea	144.7	3.8%
10	U.K.	102	2.7%

このような偏向報道を誘発する要因は「報道された国家の特徴」の中で特に離脱性、そして「日本との関係」では政治・地理面において大きな影響力を持つ国が国際報道の規定因であると推測できる。

なお、情報源としては日本の従来型メディア（特に、共同通信と時事通信）への依存度が最も高かったものの、英国（ロイター）や米国（CNN）といった西洋のメディアも重要な情報源とされていた。

国際報道は国際社会における相互理解や世論形成の基盤となるので、今後も国際報道のアンバランスを改善するための研究を続けたい。

The Visibility of International News Coverage and the News Values Shaping It: An Analysis of Online News Media

Sooyeon Kim

Associate Professor, Kansai Gaidai University

Owing to advancements in digital technology in recent years, media has become more diverse. Increasing access to online media leads us into a “Digital Era in Journalism.” People consider online media a significant source of knowledge about international affairs and their country's foreign policies. However, analyzing Japan's traditional media revealed that the proportion of international news coverage is low; furthermore, coverage is distorted as it focuses on a few specific countries. Against this backdrop, investigating the causes of imbalanced reporting trends is essential.

Therefore, can global affairs be reported evenly and comprehensively while mitigating the considerable imbalance? With the proliferation of online media, what measures can be taken to eliminate disparity in international reporting? Previous studies have attempted to answer these questions, but further analysis is required.

This study explores trends in international news on Japanese online media and examines factors determining coverage.

To elucidate reporting trends and determinants of international coverage, articles from *Yahoo! News* from January 1 to December 31, 2023 were examined. The platform has the largest number of users and the longest usage time; people tend to reply on it as a reliable information source.

The data were analyzed quantitatively (coverage volume) and qualitatively (coverage content). Regression analysis will be conducted to identify factors motivating coverage. The determinants behind news flow are (1) national traits of country

covered and (2) relationship with Japan.

A total of 31,118 articles were retrieved from *Yahoo! News* during the review period. Among them, 3,869 articles covered international affairs, accounting for approximately 12%. Most of the coverage was domestic news, and international coverage was less than sports (n=4,719 articles, 15%) and entertainment news (n=4,255 articles, 14%). Therefore, there is a paucity of coverage of international news.

Furthermore, the findings indicate a disproportion in the attention to countries in international coverage (Table 1). The top five countries comprised 55%, and no country from Africa, Oceania, or Latin America featured among the top 10 most covered countries.

Table 1: Top 10 countries covered by *Yahoo! News*
*Please check the Japanese version of the reports.

Among the factors that induce such biased reporting, “national traits of country covered,” especially deviance, and “relations with Japan”—especially countries with geopolitical influence—seem important for the coverage of international news by *Yahoo! News*.

In addition, Japan's traditional media was the most relied-upon source of information. Western media such as the U.K. (Reuters) and the U.S. (CNN) were also considered important.

Since international reporting is key to mutual understanding and public opinion formation in the international community, continued research is needed to improve the imbalance in international reporting.

位置情報共有ソーシャルメディアが 若者の意識・行動に与える影響に関する研究

藤田 結子

東京大学 大学院 情報学環 准教授

本研究の目的は、若者が携帯端末と位置情報アプリの利用を通して、どのような意識を創出しているのかを明らかにすることである。このようなアプリでは、利用者の居場所や移動状況が常時把握でき、滞在時間に応じて、自宅、学校、アルバイト先なども予測表示されるものとなっている。そこで本研究では、位置情報共有アプリを友人と共有するユーザーへの聞き取りを中心とした質的調査を通して、以下の2つの問いを中心に考察する。

- (1) 位置情報共有にどのような意義を見出しているのか
- (2) 企業への位置情報提供をどのように考えるのか

調査方法

上記の問いを考察するために、2019年から実施している位置情報共有アプリを利用している首都圏在住の若者に対するインタビュー調査を、2023年にも継続して実施した。今回の分析には19名(男性8名、女性11名)のデータを使用した。音源を書き起こしたデータをコーディングし分析を行った。比較のため、2023年に英国ロンドンの若者に対して、記述式調査を実施し16名(男性4名、女性12名、その他2名)から回答を得て、データを分析した。

調査結果

調査の結果、以下の点が明らかになった。東京の若者が主に利用している位置情報共有アプリはZenlyでありその提供終了後はwhooであった。ロンドンの若者はSnapMap、Life360、Whatsappなどより多様なアプリを利用していた。第1の問いに関して、両都市の共通点は、位置情報の共有相手

は友人が最も多いこと、次に交際相手や家族であること、主な利用目的が待ち合わせであることであった。異なる点は、東京の若者、とくに女性は仲の良い友だちと「友情の証」として位置情報を開示しあうパターンがみられた。ロンドンの女性は、ロンドンでは東京と比べると治安が悪いため、「安全」のために位置情報を共有するパターンがみられた。

第2の問いに関しては、東京では、若者たちは、企業への位置情報提供に対する抵抗感が低い傾向がみられた。他方、ロンドンの若者は、企業への位置情報提供に対して抵抗感が強く、アプリを常時オンにしないなどの工夫をしている様子が示された。

結論

位置情報共有アプリに関して、東京の女性は友人との信頼関係構築、ロンドンの女性は安全確保に意義を見いだしている点に違いがみられた。また、ロンドンの若者と比べて、東京の若者は監視に対する抵抗感が低いことが明らかになった。この知見は有益な示唆となるが、調査方法とサンプル数に限界があるため結果の一般化はできず、今後の研究で検討を行う必要がある。

The Influence of Location-Sharing Social Media on Young People's Attitudes and Behaviors

Yuiko Fujita

Associate Professor, the University of Tokyo

This study explores the attitudes fostered by the use of location-sharing applications among young people. It investigates the meaning of use of location information sharing and attitudes toward providing location data to companies in two metropolitan areas: Tokyo and London. The research aims to understand social differences in the use of these applications.

Research Objectives:

1. To explore the meaning of use of location information sharing among young users.
2. To examine attitudes towards the provision of location data to private companies.

Methodology

I conducted interviews in 2023 to extend my research project, initiated in 2019, with metropolitan area youth using a location-sharing app. Analysis for this report was based on data from 19 participants (8 males, 11 females). Audio transcripts were coded and analyzed. For comparative purposes, a descriptive survey was conducted with London youth, yielding data from 16 respondents (4 males, 12 females, 2 others) in 2023.

Results:

Primary Applications Used:

Tokyo: Zenly and whoo; *London:* SnapMap, Life360, WhatsApp.

Significance of Location Sharing:

Predominantly shared with friends, followed by partners and family. Primary use was for coordinating meetups.

Tokyo: Female respondents tended to share location

data with close friends as a symbol of trust.

London: Some female respondents emphasized sharing for safety reasons due to perceived lower urban safety.

Attitudes Towards Providing Data to Companies:

Tokyo: participants exhibited less resistance to sharing location data with companies.

London: participants showed greater reluctance, often avoiding constant app activation.

Conclusion

The study reveals different patterns in the use of location-sharing apps. Young women in Tokyo tend to prioritize building trust in friendships through location sharing, whereas some women in London focus more on personal safety. This difference indicates varying perceptions of urban safety and privacy concerns in these regions. However, due to the limited sample size and research methods, these results should be considered preliminary and warrant further investigation in broader demographic groups.

不登校の在日移民児童の社会への早期統合を目的とした 学習管理システム活用の可能性に関する研究

宮城 エステバン
愛知東邦大学 経営学部 教授

研究成果の概要

この研究は、日本における不登校の移民児童の社会統合を支援するためのカスタマイズ可能な学習管理システム（LMS）の可能性を探っています。特に、教育者の負担を軽減する自動化機能、言語の障壁や文化的な違いへの対応、心理的サポートの提供に焦点を当てています。研究は、IT 専門家が既存の商用または無料プラットフォームを利用して高度な LMS を低コストで構築できることを示唆しています。また、高度な LMS システムの開発に向けた開発者やインテグレーターのオープンソーススタイルのコミュニティ形成を提案しており、教育政策やプログラム開発に有益な洞察を提供します。

研究開始当初の背景

移民の子どもたちは、言語の壁だけでなく、学業格差、社会的孤立、いじめや差別、限られた医療サービスや社会福祉へのアクセス、不確かな法的立場といった課題に直面しているのではないかと考えられていました。さらに、こうした要因の多くが子どものメンタルヘルス上の問題に影響を及ぼし得ること、そして早期の支援が極めて重要であることも我々は信じています。

研究の目的

したがって、こうした子どもたちと教育者向けに設計された IT システムは、使いやすさ、プライバシーとセキュリティ、子どもにとってのアクセシビリティと手頃な価格、そして文化的な配慮といった問題を考慮に入れる必要がありました。

研究の方法

インタビューは主に、子どもたちとその両親の IT スキル、ニーズ、期待を理解するために必要なデータを集めるために利用されました。さらに、複数の IT プラットフォームの導入、ランニングコスト、そして自動化機能（AI 機能を含む）も含めた手頃さ、使いやすさ、導入と運用コストを評価するため、IT アセスメントとテストが実施されました。この評価は、教育支援システムの構築に最適なプラットフォームを特定することを目的としていました。

研究成果

移民の子供たちが学び、社会に溶け込むために利用できる時間は非常に短いです。この時期を逃すと、子どもたちは社会に溶け込めなくなる可能性があります。移民の子どもたちに関する調査は、当初の仮説通り IT スキルの低さが確認されましたが、同時に、いじめなどの社会的要因が予想以上に蔓延しており、深刻な懸念事項であることも明らかになりました。こうした状況を踏まえ、これらの子どもたちと教育者向けの IT システムを自動化し、コストを削減し、迅速に導入する鍵として AI の活用を検討しました。Microsoft 社や Google 社が提供する AI および IT ソリューションは、完全無料ではありませんが、前述した自動化、コスト削減、迅速な導入という利点を提供するだけでなく、プラットフォームの機能を通じて子どもたちに必要な IT スキルを身につけさせることができます。

Research on the Feasibility of Using Learning Management Systems to Fasten the Integration into the Society of Immigrant Children in Japan Who Do Not Attend School

Esteban Miyashiro
Professor, Aichi Toho University

Summary of Research Findings

This study explores the potential of a customizable learning management system (LMS) to support the social integration immigrant children in Japan who are not attending school. In particular, the study focuses on automated features that can reduce the burden on educators, address language barriers and cultural differences, and provide psychological support. The research suggests that IT professionals can build advanced LMSs using existing commercial or free platforms at low cost. It also suggests the formation of an open source-style community of developers and integrators for the development of advanced LMS systems, providing valuable insights for educational policy and program development.

Background at the Start of the Research

We believed that immigrant children may face not only language barriers, but also challenges such as academic disparities, social isolation, bullying and discrimination, limited access to health services and social welfare, and uncertain legal status. We also believe that many of these factors can influence children's mental health problems and that early support is crucial.

Purpose of the Research

IT systems designed for these children and educators needed to consider issues such as ease of use, privacy and security, accessibility and affordability for children, and cultural considerations.

Method of the Research

Interviews were primarily used to gather the data needed to understand the IT skills, needs, and expectations of the children and their parents. In addition, an IT assessment and testing was conducted to evaluate the affordability, ease of use, and implementation and operational costs of several IT platforms, including implementation, running costs, and even automation features (including AI capabilities). The assessment aimed to identify the best platform for building an educational support system.

Research Results

The time available for immigrant children to learn and integrate into society is very short. If this time is missed, children may not be able to integrate into society. While the study on immigrant children confirmed the initial hypothesis of low IT skills, it also revealed that social factors such as bullying are more prevalent than expected and are a serious concern. Considering this situation, we considered the use of AI as the key to automating, reducing costs, and rapidly implementing IT systems for these children and educators. AI and IT solutions provided by Microsoft and Google are not completely free, but the automation and cost savings, and rapid implementation, as well as the ability to equip children with the necessary IT skills through the platform's functionality.

Moving Beyond Backscatter to Network a Trillion IoT Sensor Tags

Prabal Dutta

Professor, University of California, Berkeley

The Internet of Things promises to bring trillions of smart and connected sensors online within the next decade or two. However, achieving such scale will require the vast majority of these devices to communicate with infrastructure using miniscule levels of power harvested from the environment or drawn from tiny batteries, which limits scaling today. This project proposes to develop, demonstrate, and open-source the design of a new kind of radio architecture (“*backsplatter*”) that offers the range of conventional IoT radios (~100 m indoors) with the power draw of backscatter radios (10 - 100 μ W) to yield improvements in power, performance, peak-to-average-power, range, and spectral efficiency. Using our novel approach, based on a tunnel diode oscillator (TDO) configured as a self-oscillating mixer (SOM), the power required to “transmit” signals is substantially lower than would be required for a traditional oscillator. This is possible because a TDO can *oscillate* at hundreds of MHz or GHz

with a power draw measured in tens of microwatts, *injection-lock* to a stable, ambient carrier signal supplied by the infrastructure, *efficiently modulate* the carrier with a conventional baseband signal using the SOM, and effectively *amplify* the modulated carrier signal with 20 dB gain, extending range substantially over backscatter radios and closing the gap with conventional ones to offer comparable range and data rate at a fraction of the power, as we demonstrate with a benchtop prototype. With the support of the Okawa Research Grant during the past year, we explored the following thrusts: (i) a hardware development kit to enable others to explore backsplatter-based systems, (ii) interdomain relays for extending lowpower embedded sensor systems, and (iii) fabrication of negative-resistance devices to offset the difficulty of sourcing antique Russian-made tunnel diodes (this is necessary for us to construct our systems).

Building Domain-Specific Systems at Scale

Sophia Shao

Assistant Professor, University of California, Berkeley

Decades of exponential growth in computing have transformed the way our society operates. As the benefits of Moore’s Law fade, the computing industry has started developing vertically integrated systems with specialized accelerators to deliver improved efficiency. In fact, domain-specific accelerators have become a key component in today’s systems-on-chip (SoCs), driving active research and product development to build novel accelerators for emerging applications such as machine learning, robotics, cryptography, and many more, entering a golden edge for the semiconductor industry.

However, today’s hardware accelerators are largely designed in isolation with little consideration of how they interact with software and other accelerators in a systematic fashion. This isolated design approach has led to suboptimal performance for end-to-end applications where multiple accelerators must be integrated and executed concurrently. As we dive further into the era of domain-specific computing, there is a clear need to modernize the accelerator design flow with a particular emphasis on the end-to-end performance of applications so that we can

effectively deploy many accelerators at scale. Failure to do so means that inadequately designed accelerators continue to be built in isolation and cannot deliver the orders-of-magnitude performance improvement that domain-specific acceleration promises.

My long-term goal is to democratize the design of specialized accelerators so that many applications can benefit from domain-specific acceleration. The overall objective of this proposal, which is a critical step toward this long-term goal, is to develop a quality-driven accelerator design flow that enables the holistic simulation, design, and integration of domain-specific systems at scale for end-to-end applications. If successful, the outcomes of this project point toward a future in which specialized systems can be systematically evaluated, designed, and integrated to deliver optimal performance across applications.

It will especially benefit the real-time processing of emerging applications such as self-driving vehicles, where a diverse set of demanding kernels needs to be accelerated simultaneously.

Foundations of Near-term Quantum Advantage from Quantum Optics

Adam Bouland

Assistant Professor, Stanford University

The Okawa Foundation Research Grant supported my research in two ways.

First, I used the support in part to prepare a paper on the topic of my proposal (<https://arxiv.org/abs/2312.00286>).

In particular our work gave evidence that quantum optics experiments with low mode counts are exponentially hard to simulate. This was previously a major gap between theory and experiment for quantum optics systems. This paper was presented as a contributed talk at Quantum Information Processing (QIP) 2024 and is now in submission.

Second, I used the support in part to help prepare a

grant application on this topic to further develop my research group in this area. The application was successful & I received a highly competitive 2024 Air Force Young Investigator Award to study near-term quantum advantage experiments with quantum optics.

Press release here:

<https://www.afrl.af.mil/News/ArticleDisplay/Article/3625080/afosr-awards-215m-to-scientists-engineers-via-young-investigatorprogram/>

The support of the Okawa foundation was a key facilitator of both of these accomplishments.

Towards Trustworthy Human-AI Collaborations

Yuan Tian

Assistant Professor, University of California, Los Angeles

The advent of ubiquitous artificial intelligence (AI) is one of the most exciting revolutions in computing today, which has greatly changed different aspects of our daily life and society. One of the latest innovations in AI is Human-AI collaborations, which amplify both humans and AI for critical tasks, such as medical diagnosis and operations of automobiles. Despite this promise, we are constantly reminded that AI is not trustworthy – image and audio recognition systems are attacked, and learned private information is leaked, which would be even worse with more uncertainty introduced from human interactions. Indeed, AI designers could no longer just focus on functionality and performance in isolation. Now, it is critical to design principled, trustworthy hybrid Human-AI systems before massive production and deployment of safety-critical applications. My research vision is to close this trustworthiness gap in Human-AI collaborations, focusing on three interconnected pillars of trustworthiness – robustness, privacy, and fairness.

This project is centered around designing user-centric secure, privacy-preserving, and fair machine learning systems. Our work leads to a suite of powerful tools to reduce security, privacy, and fairness risks in artificial intelligence systems without sacrificing performance and usability, and eventually, it will revolutionize the way to build robust, privacy-preserving, and fair hybrid Human-AI systems. We have published our findings on this topic in a few top-tier conferences, including NeurIPS, EMNLP, and ACL. For example, for the security of Human-AI collaborations, we have studied the security issues of crowdsourcing untrustworthy data to train machine learning models. We prove the robustness features based on model and data distribution, and published our results at NeurIPS 2023. We also investigated the fairness issues in Human-AI collaborations, and proposed a fair text classification scheme based on conditional supervised contrastive learning. The results were published at EMNLP 2023.

Trustworthy Intelligent Autonomy: A Contract-Based Approach

Pierluigi Nuzzo

Associate Professor, University of Southern California

Increasingly more sophisticated tasks that were previously allocated to humans are expected to be performed by software, including modern artificial intelligence (AI) methods, in a variety of mission-critical systems, for example, in avionics, automobiles, robotics, and manufacturing. One of the biggest challenges to trustworthy autonomy is in showing that these software and AI-enabled autonomous functions, running on heterogeneous, interconnected sensing, computation, and actuation platforms, will still satisfy the stringent safety and dependability requirements of mission-critical systems in uncertain or unpredictable environments. In this project, we investigated modeling paradigms, specification formalisms, and scalable algorithms that can significantly advance, in productivity, optimality, and assurance, the design of next-generation intelligent autonomous systems. We adopted an approach based on the formalism of *assume-guarantee contracts*, which offers rigorous mechanisms for the abstraction and composition of models and enables modular and hierarchical design and verification of complex systems.

Over the past year, we addressed the *design space exploration of complex cyber-physical system architectures*, formulated as an optimization problem that includes the joint selection of system

topologies and components taken from predefined libraries, and devised efficient encodings and solution strategies that can significantly enhance scalability. We introduced a novel, exact, and cost-effective algorithm to transform neural network-based controllers into decision trees that are more amenable to interpretation and can accelerate the *verification of AI-enabled control systems*.

We further presented the first framework and tool leveraging contracts as the semantic foundation for the *computer-aided construction of assurance cases*, structured arguments about system dependability, which can accelerate the *certification of mission-critical systems*. Finally, we applied our methodology to the problem of *co-designing the topology, scheduling, and multi-agent motion planning in automated warehouses*, as reported in the attached paper¹, showing that a contract-based approach can outperform alternative methods and scale to real-world problem instances involving teams of hundreds of robots transporting a million products. In recognition of our contributions, we received the IEEE Council on Electronic Design Automation (CEDA) Ernest S. Kuh Early Career Award and two Best-of-Session Paper Awards at the 2023 Digital Avionics Systems Conference.

¹ <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/10137069>

Precision Quantum Matter for Entangled Quantum Information Science

Joseph Falson

Assistant Professor, California Institute of Technology

The performance of superconducting high-frequency devices such as transmon qubits and microwave kinetic inductance detectors (MKIDs) is predominantly limited by two-level system (TLS) defects, which are found at amorphous interface and surface layers. Despite decades of research, the microscopic origins of TLS loss are still poorly understood due to the difficulty of making comprehensive correlations in polycrystalline systems. Here, we explore single-crystalline, epitaxial refractory superconductors grown on atomically flat sapphire substrates in an ultra-high vacuum environment as a platform for superconducting circuits. We make systematic correlations between microwave loss and the structural, morphological, and electronic properties of the superconducting

films. Initial measurements of Nb resonators at 1 K show that the internal quality factor can reach as high as 1.9×10^6 when the films are deposited at an intermediate temperature (375°C), which is comparable to state-of-the-art superconducting resonators. Furthermore, we show that post-deposition annealing of Nb films using a high-powered laser diminishes Q_i by approximately two orders of magnitude despite major improvements in crystallinity. This points to interfacial quality having a greater impact on TLS loss than crystal quality in superconducting resonators. The advanced crystal growth pathways demonstrated here lay the foundation for using all-epitaxial materials in superconducting circuits and for systematically reducing sources of TLS loss.

Towards Continually Improving Robots in the Wild

Deepak Pathak

Assistant Professor, Carnegie Mellon University

Despite tremendous successes in language & vision, large-scale learning is yet to make a dent in robotics.

The biggest reason is that, unlike vision or language, there is almost no robotics data internet! Thus, the classical approach has been to hand-engineer each behavior and execute it in pre-mapped lab scenarios. Furthermore, such hand-coding is possible only if the robot motors are precise, which means expensive!! So the question remains, how to truly scale robotics? Our research addresses this issue via an "adaptive & self-supervised robot learning" framework:

=> Rapid Adaption: Simulations can allow scaling robotics by collecting centuries of data in days. However, not only is there a large sim2real gap, but robots also regularly encounter situations in the real-world unseen during simulation. We proposed the idea of rapid adaptation to continuously adapt the robot in real-time at deployment, enabling extremely low-cost robots, whether legged or manipulator, to perform tasks with extreme agility & robustness. For instance, walking on challenging stair terrains to performing parkour across huge

jumps & gaps in outdoor urban environments to forests.

=> Learn by Watching & Practicing: Humans learn diverse tasks by watching others. There are billions of human-activity videos on YouTube, which could help scale robotics. But just watching is not enough, the robot needs to practice to understand physicality and bridge the embodiment gap. Our research has proposed algorithms that can watch human videos from YouTube and transfer that knowledge to robots by self-supervised curiosity-driven practice.

Adaptation from simulation allows robustness to unseen scenarios & YouTube videos facilitate learning new tasks -- laying the groundwork for building the foundation model of robotics. Our adaptive robot learning framework does not rely on any engineered primitives and can scale to extremely low-cost robots -- 20-30x cheaper than the current alternatives and have massive financial implications for scaling deployments.

Knowledge-Integrated Question Generation for Machine Reading Comprehension

Sujian Li

Associate Professor, Peking University

The release of ChatGPT has greatly influenced the research paradigm of the NLP field. The development of Large Language Models (LLMs) makes it easier to generate text, but more difficult to evaluate text quality. We previously aim to evaluate Machine Reading Comprehension (MRC) models via generating more questions. However, now MRC only serves one kind of task to evaluate the ability of LLM. So we correspondingly change the theme as "Research on Evaluating Natural Language Generation" from "Knowledge-Integrated Question Generation for Machine Reading Comprehension", not limited to only generating questions for MRC. This year, we research evaluating NLG from the aspects including factuality, coherence and a comprehensive view.

(1) Factuality Evaluation: As we know, current text generation models often uncontrollably generate text that is factually inconsistent with inputs. Existing factual consistency metrics perform poorly since they usually rely on synthetic texts or other related tasks which bring bias to the text generated by language models. To alleviate the problem, we propose a weakly supervised framework named WeCheck that is directly trained on actual generated samples from language models with weakly annotated labels. WeCheck first utilizes a generative model to infer the factual labels of generated samples resources. Next, a simple noise-aware classification model is trained as the target metric using the inferred weakly supervised information. Our experiments show that WeCheck, with up to $30\times$ faster than previous methods, can improve the accuracy and efficiency of factual consistency evaluation.

(2) Coherence Evaluation: Coherence evaluation aims to assess the organization and structure of a text. Previous studies primarily rely on heuristic rules by human experience to augment data for training

coherence evaluation models. We take inspiration from linguistic theory of discourse structure, and propose a data augmentation framework CoUDA, which considers both global and local aspects. Especially for local coherence, we propose a novel generative strategy for constructing augmentation samples, which involves post-pretraining a generative model and applying two controlling mechanisms to control the difficulty of generated samples. Extensive experiments in coherence evaluation show that, with only 233M parameters, CoUDA achieves state-of-the-art performance.

(3) Comprehensive Evaluation: Recently leveraging LLMs as evaluators for text generation tasks has gained popularity. We explore to construct a general text evaluator based on open-source LLMs and design InstructEval, a general multi-aspect text evaluator developed through instruction tuning of open-source LLMs. To overcome the shortage of annotated resources for comprehensive evaluation, InstructEval combines extensive open Human Preference Modeling datasets with a small set of multi-aspect annotated data. Extensive experiments show InstructEval achieves comparable or superior performance to commercial LLMs like ChatGPT or GPT-4 in terms of both overall and multi-aspect evaluation.

In addition to the evaluation work, I also research on the long text understanding and long text generation problems in LLMs. Up to now, one paper is accepted by the conference of ACL 2023. We have also submitted two papers to NAACL 2024 and one paper to ICLR 2024. As about the service work, I serve as ACL 2023 Area chair, EMNLP Workshop Co-chair and COLING Senior area chair. I really appreciate the support from the Okawa Foundation research grant.

Fair Explainable Search and Recommendation in the Heterogeneous Environment

Min Zhang

Professor, Tsinghua University

With the development of information service platforms, recommendation systems not only need to satisfy users' personalized information needs, but also are expected to distribute limited exposure opportunities for massive content. However, previous research on recommendation systems mainly focuses on modeling user preferences to present satisfactory results and maximize user interaction and stickiness, while paying little attention to the content side (i.e. the information producer) and not designing fair exposure mechanisms to achieve more reasonable information dissemination.

The lack of consideration of fairness in the exposure mechanism may lead to serious resource allocation problems on the content side, such as the “Matthew effect” and the “snowball effect”, that is, the unfair situation where the strong become stronger and the weak become weaker. At the same time, unfair exposure mechanisms may damage the recommendation performance.

Therefore, we call for shifting some attention from modeling user preferences to researching fair exposure mechanisms for the content side. In this research, we first conducted empirical analysis in

the information flow recommendation scenario to explore the resource allocation situation between content with different upload times. The analysis showed that unfair exposure caused by factors such as the order of upload time is the main reason for the “snowball effect”. Subsequently, we proposed explicitly modeling the global residual value (GRV) of content dimensions to complete personalized content and develop a timeliness-aware fair recommendation method (TaFR) for a fair and personalized recommendation.

Experimental results on two publicly available datasets show that TaFR achieves consistent improvement compared with the original method when using various types of recommendation models as the basic model. By explicitly modeling the global residual value of content timeliness, we have achieved more fair resource allocation while also improving recommendation performance. The major achievement of this research has been published in the 26th ACM International Conference on Research and Development in Information Retrieval (SIGIR 2023), a top international conference in information retrieval field.

Visible Laser Light Communication for Internet of Underwater and Underground Things (IoU²T)

Chao Shen

Professor, Fudan University

In the past year, I have made progress in device and system technology research on visible light communication for IoUT applications. To name some, security enhanced underwater visible light communication system based on chaotic phase scrambling and conjugate frequency hopping has been demonstrated. The technique is experimentally tested using an 8-level pulse amplitude modulation (PAM-8) and a 1.2 m underwater link. Besides, the state of art and challenges of VLC was summarized in another research paper with focus on the key technologies for high-speed Silicon (Si) -substrate LED-based VLC systems. Based on an optimized integrated 4×4 8-wavelength LED array and advanced digital signal processing (DSP) methods, we demonstrate an ultrahigh-speed VLC system. The yellow and green LEDs are especially enhanced in high-efficacy, and achieve the impressive data rates of 3.45 Gbit/s, and 3.83 Gbit/s respectively, which is a remarkable improvement. The achievable overall data rate of the device is 28.93 Gbit/s. In addition, I was invited to write a review on recent advances in optical injection locking for visible light communication applications. The introduction of visible light communication (VLC) technology could increase the capacity of existing wireless communication

systems towards 6G networks. In practice, VLC can make good use of lighting system infrastructures to transmit data using light fidelity (Li-Fi). The use of semiconductor light sources, including light-emitting diodes (LEDs) and laser diodes (LDs) are essential to VLC technology because these devices are energy-efficient and have long lifespans. To achieve high-speed VLC links, various technologies have been utilized, including injection locking. Optical injection locking (OIL) is an optical frequency and phase synchronization technique that has been implemented in semiconductor laser systems for performance enhancement. High-performance optoelectronic devices with narrow linewidth, wide tunable emission, large modulation bandwidth and high data transmission rates are desired for advanced VLC. Thus, the features of OIL could be promising for building high-performance VLC systems. In this paper, we present a comprehensive review of the implementation of the injection-locking technique in optical communication systems. The enhancement of characteristics through OIL is elucidated. The applications of OIL in VLC systems are discussed. The prospects of OIL for future VLC systems are evaluated.

Characterization and Measurement on Interconnects of Millimeter-Wave Heterogeneous Integration Circuit

Liyun Shi

Engineer, Shanghai Jiao Tong University

Integrated circuits (ICs) are the foundation stones of the modern information society. The IC industry has been driven by the so-called “Moore’s law” in the past 60 years, and now as entered the post Moore’s law era. The heterogeneous integration technology is a crucial method of “more than Moore”. It aims to integrate different materials different structures and different functions through interdisciplinary and multi-disciplinary integration, architecture design and fusion algorithm. The silicon-based micro-electromechanical system (MEMS) multilayer wiring heterogeneous integration process, which is a popular three-dimensional (3D) heterogeneous integration solution. However, due to their high frequency, the size of the interconnects in millimeter-wave heterogeneous integration circuits is reduced to microns, and the challenges posed by the electromagnetic parasitism effect, proximity effect, and electro-thermal coupling, in addition to the resulting loss of interconnects, become more serious.

In this project, fractional-order calculus is introduced to the field of interconnect T-line. A novel fractional-order $1-\pi$ inductor equivalent circuit model is proposed to characterize on-chip transmission line based on

silicon-benzocyclobutene (Si-BCB) technology. Besides, The classic $RL-C$ parallel resonant circuit to the fractional-order domain is also been generalized. The $RL_{\beta}-C_{\alpha}$ fractional-order circuit has more flexibility and novelty than the conventional case, where α and β are fractional-order parameters. Numerical analysis and graphical methods are employed to investigate the fractional-order complex impedance and phase response. The conditions for the $RL_{\beta}-C_{\alpha}$ fractional-order resonator to work as pure imaginary impedance, pure real impedance even negative impedance, and open circuit are derived in detail, which are unachievable in the integer-order case. Both series and parallel phase responses can be observed in the fractional parallel circuit, which depends on the values of α and β .

The above research demonstrates that the fractional-order circuit model is obviously advantageous compared with its integer circuit. The introduced fractional order parameters greatly enhance novel behavior that can make circuit design more flexible and controllable, which suggests that there is a great potential for application in characterization areas.

Distributed Matrix Multiplication in Wireless Networks

Wan Choi

Professor, Seoul National University

Despite its vital role in intelligent IoT networks, distributed computing was not studied well in wireless networks. Notably, the distortions introduced by wireless channels and noise can significantly undermine the accuracy of distributed computations. Unfortunately, existing distributed computing schemes inadequately address this critical issue. In this research, we aim at resolving the numerical stability issue associated within wireless networks and building a new computationally accurate design framework which concretely integrates distributed computing and communication. To this end, we first explore the previous group algebra based coded matrix computation scheme, suitable for numerically stable computation in noisy network, in orthogonal multiple access channel. In particular, we resolve the numerical stability issue associated within wireless networks and build a new computationally accurate design framework which concretely integrates distributed computing and communication. We conduct a thorough theoretical analysis firmly establishing the superiority of the group algebra (GA) scheme over the uncoded (UN) scheme.

Furthermore, we extend this analysis to accommodate various multi-user channel structures. Furthermore, to leverage the inherent communication structure constructed in distributed computing and thus more efficiently utilize limited wireless resources, we propose to combine the Compute-and-Forward scheme with coded matrix computation to enhance the computing performance because the information that the master node wants to obtain is not the individual values transmitted by worker but a linear combination of these values. We also devise a novel transmission scheme for distributed computing called the Broadcast-and-Compute scheme. In this scheme, instead of sending encoded submatrices to worker nodes, the master node first broadcasts the same information (i.e., group algebra) and then each worker node uses it to encode the submatrices differently to improve the performance of distributed computation. We analyze the computation errors of Compute-and-Forward and Broadcast-and-Compute based coded matrix computation. The superiority of the proposed schemes is validated by various simulations.

Securing Machine Learning Services in Cloud Computing

Junbeom Hur

Professor, Korea University

Several side-channel attacks exploiting timing, cache, or power side channels have recently been proposed to obtain private information of a neural network. However, the hardware-based attacks require physical access to the system, using high-precision equipment to measure physical system behaviors such as power consumption or electromagnetic emanations, to exploit them as side channels. Whereas, the previous software-based side-channel attacks on neural networks can extract their model information only when the target architecture is known. In this paper, we propose the γ -Knife attack, a software-based power side-channel attack on a neural network, which can extract its architecture without any physical access or high-precision measuring equipment. Our work demonstrates that side-channels can be formed that leak architecture of neural networks by utilizing statistical metrics

without high-resolution power data. The γ -Knife attack can reduce the search space of candidate architectures by obtaining private information such as filter size, depth of convolutional layer, and activation functions in the target architecture, as accurately as hardware-based power side-channel attacks even when the target neural network is totally unknown. We demonstrated the efficacy of the γ -Knife attack by implementing the attack on the well-known neural networks VGGNet, ResNet, GoogleNet, and MobileNet, using the Pytorch library on Intel CPUs and AMD CPUs. The γ -Knife attack could identify the target neural network architecture with an accuracy of approximately 90%, and efficiently extract its private information, by significantly reducing the search space of the target architecture.

Simulating Human Steering Behavior with a Deep Reinforcement Learning Agent

Byungjoo Lee

Associate Professor, Yonsei University

Modeling human pointer control behavior allows research on Human Computer Interaction (HCI) and the study of visual perception, decision-making, and motor control. Although human pointing has been modeled for specific tasks, a model that reproduces human-like behavior for all tasks in general has rarely been researched. This research establishes a generalized model architecture that can simulate pointer control and form cursor trajectories from pixel inputs, making it applicable to any visual task in HCI. Specifically, an implicit target is implemented to give the model complete freedom in choosing a cursor trajectory. The

trajectory is constructed by allowing the implicit target to take part in deciding the mechanism of the BUMP model which models human intermittent motor movement and decision making. The result is a model architecture that forms the basis of simulating human pointer controlling behavior when interacting through a mouse. We test the architecture by training a model that performs the steering task and verify that the model exhibits human pointing behavior. Thus, the implementation of an implicit target creates a human pointing simulator that can be applied to general tasks in HCI research.