

1-8 知能計測工学研究センター活動報告

知能計測工学研究センター長 栗田 耕一
所員 竹田 史章, 廿日出 好, 藤野 貴之

1. 令和3年度活動報告

知能計測工学研究センターは平成30年4月に設立された新しい研究センターである。近年の計測解析技術やインターネット・クラウド技術の進歩により, IoT (Internet of Things) の構築が加速されている。即ち, モノ (物) がインターネットに接続され, インターネットを介して情報のやり取りがなされることにより新しい価値が創造されようとしている。本研究センターでは情報処理技術を駆使したアプリケーション開発や環境・生体の情報をセンシングして解析する技術の開発に取り組む。さらに, 検出したデータを価値あるインテリジェンスに変える AI 技術とその応用技術の開発に取り組む。また, 地域や企業への IoT 実装の貢献と人材育成も進める。

(1) 超高感度静電誘導電流検出技術を用いた人体動作の非接触検出と識別に関する研究

歩行運動や椅子への着座・退座動作などの人体動作により誘起される微弱な静電誘導電流を検出することにより, 非接触で人体動作を検出し, 人体動作に識別を行なう研究を実施した。検出した波形をウェーブレット変換することにより得られたスカログラムを得た, この結果を被験者間で比較することにより, スカログラムのパターンには個人固有の特徴があることが分かった。また, スカログラムを用いた深層学習を行うことにより個人識別や歩行動作の不自由度を推定することが可能であることを明らかにした。また, 本年度は非接触で脈波を検出する技術を開発した。マイクロ分光器を用いた脈波の計測を行い, 従来法では不可能だった血圧波や脈波に生じる「うなり」を非接触で検出する技術を確立した。さらに, 検出した波形をスカログラム化して深層学習を行うことにより個人の識別が可能であることを明らかにした。

(2) AI 応用による知的認識・識別技術に関する研究

AI による機械学習での機能の自己組織化 (識別, 予測, 判断, 認識, 修正制御機能などを自動獲得) の研究を実施しています。特に, 独自 AI 基本モジュールをマイクロコンピュータからスーパーコンピュータまでの広域なコンピュータ環境で動作させてきた実績を有しています。ATM, 医療画像認識, 工業製品検査, 魚類・野菜などの自然物の検査とグレーディング, さらに, 自律制御ドローンやセンサ駆動型知的搬送制御など多方面に展開しています。それらの殆どが産業界からのニーズであり, その解決手段に対して大学研究シーズを独自にカスタマイズして提供しています。

(3) 信頼性のある情報通信基盤の構築に関する研究

IoT で広く使用されている MQTT において, 安価な IoT 機器からの通信を透過的に通信を暗号化するエッジプロキシの機能拡張を行った。第 1 に, メッセージ配送者 (Broker) における盗聴/情報漏洩対策を考案・実装し, 動作検証を行った。第 2 に, エッジプロキシのク

クライアントとなる IoT 機器の登録・削除を柔軟に行えるようにするため、エッジプロキシ側で保持するクライアントセキュリティ情報をデータベース化した。もう 1 つのテーマであった DNS の名前解決時における情報漏洩対策として問い合わせ名最小化については、シミュレータを実装し、その影響を評価するとともに、名前解決時間が長くなる問題を解決するための手段を考案しシミュレーションで評価した。

(4) 高感度磁気センサを用いた非破壊検査・環境計測に関する研究

超高感度磁気センサである高温超伝導 SQUID を磁歪式超音波ガイド波送受信器と組合せた、配管や板材のためのガイド波検査技術を開発している。令和 3 年度は、配管の磁性を利用した完全非接触ガイド波試験技術のブラッシュアップを行い、一般に使用される 3.4 mm の STPG370 配管でガイド波送受信が可能であることを示した。また、磁歪効果が従来のニッケルより大きな FeCo 系新磁歪材料を導入した、鉄鋼板に適用できるガイド波試験技術を開発した。一方、高温超伝導 SQUID と渦流探傷試験(ECT)プローブを組み合わせた配管および金属 3D プリント造形品の非破壊検査装置・技術を開発し、装置の検出限界および技術の実用性を実証した。この他、AI の中の深層学習(Deep Learning)を応用して、超音波画像の中の欠陥信号を自動検出する技術、超音波画像から配管管肉部を自動推定する技術、ドローンに搭載する高感度フラックスゲート磁気センサによるリモート環境磁気計測技術を開発している。

2. 共同研究 (8 件)

1) 竹田 史章 :

- ① 自動車部品メーカー, “人工知能を用いた樹脂系部品の状態判定システムの水平展開に対するシステムの改造指導”
- ② 大手食品メーカー, “(a)人工知能を用いた甲製品(豆入りチョコレート菓子)の不良品選別検査に関わる検知システムの調査研究, (b)スマートファクトリー構想実現に向けたエッジソリューション調査研究」(継続)”
- ③ 大手食品メーカー, “コーヒー生豆選別装置用およびコーヒー炒豆自動炒上装置用 AI 検査システムの開発”
- ④ 大手機械メーカー, “AI 及び画像処理を用いた外観検査に関する知見供与と技術指導”
- ⑤ 大手機械メーカー, “セラミックス球体の表面欠陥を自動認識する技術の開発”
- ⑥ 自動車部品メーカー, “AI 実証検査システム構築の為にシステム設計とプログラム改造指導及び機能検証”

2) 廿日出 好 :

- ① 非破壊検査企業, “保温材内配管の外表面腐食検査装置の開発および IRIS のスキャンマップの AI 画像解析”, 2021 年 4 月~2022 年 3 月
- ② NEDO, カーボンリサイクル・次世代火力発電等技術開発/次世代火力発電基盤技術開発/石炭火力の負荷変動対応技術開発/ボイラクリープ疲労損傷の高精度余寿命診断技術開発, 研究代表者: 西田秀高(中国電力株式会社), 委託テーマ⑥「HTS-

SQUID 非破壊検査システム開発及びマスターカーブ作成」に関する研究代表者：
廿日出 好（近畿大学），令和 2 年 7 月 7 日～令和 5 年 3 月 31 日

3. 主要な研究業績

(1) 著書（1 件）

- ① 竹田史章，“画像処理技術と AI 技術を活用した目視検査の自動化” 月刊「食品工場長」4, 食品の生産拠点を支援する情報誌 2021 No288

(2) 論文（2 件）

- 1) Koichi Kurita, “Non-contact detection technology for individual characteristics of motorcycle riding operation using electrostatic induction”, Measurement: Sensors, 18 100118, Dec., 2021.
- 2) K. Watanabe, K. Okada, S. Masumitsu, T. Munkhnyam, W. Sun, Y. Hatsukade, Y. Shoyama and A. Tomotoshi, “Guided Wave Transceive Technique Using Magnetostrictive Effect of STPG370 Pipe itself and High-Temperature Superconductor SQUID”, accepted as IOP Conf. Series: Journal of Physics, Feb. 2022.

(3) 国際会議発表（3 件）

- 1) Koichi Kurita, Classification Technique for Degree of Inconvenient Walking using Non-contact Walking Motion Measurement Technique, SICE Annual Conference 2021, Paper WeA08.3, pp. 198-201, September 8-10, 2021.
- 2) K. Watanabe, K. Okada, S. Masumitsu, T. Munkhnyam, W. Sun, Y. Hatsukade, Y. Shoyama and A. Tomotoshi, “Guided Wave Transceive Technique Using Magnetostrictive Effect of STPG370 Pipe itself and High-Temperature Superconductor SQUID”, 34nd International Symposium on Superconductivity (ISS2021), EDP2-4, Nov. 30, 2021, Kyoto, Japan (online).
- 3) W. Sun, Y. Hatsukade, T. Sugiuchi, H. Nishida, “Development of Discrete Type ECT・HTS-SQUID Non-Destructive Evaluation System for Creep Life Assessment of Boiler Tube”, 34nd International Symposium on Superconductivity (ISS2021), ED2-5, Nov. 30, 2021, Japan (online).

(4) 学会発表（18 件）

- 1) 栗田耕一, 松本洸太, 矢野大靖, “超高感度静電誘導を用いた負荷歩行動作の非接触検出技術”, 日本機械学会2021年度年次大会, J232-06, (令和3年9月8日)
- 2) 松本洸太, 栗田耕一, 静電誘導センサを用いた非接触歩行動作計測技術とAIを用いた解析, 2021年電気学会 電子・情報・システム部門大会講演論文集, PS1-5, pp.1248-1249, (2021年9月15日) 優秀ポスター賞
- 3) 藤原天馬, 栗田耕一, 非接触脈波計測技術を用いた個人固有の特徴の検出, 2021年電気学会 電子・情報・システム部門大会講演論文集, PS4-7, pp.1299-1300, (2021年9月15日)
- 4) 矢野大靖, 松本洸太, 栗田耕一, カスケード識別器を用いた手話動作の非接触識別技術

の開発, 2021年度 (第72回) 電気・情報関連学会中国支部連合大会, R21-15-12, (2021年10月23日) 電気学会中国支部奨励賞

- 5) 矢野大靖, 松本洸太, 栗田耕一, 高感度静電誘導と AI による前かがみ歩行動作識別技術の開発, 第 30 回計測自動制御学会中国支部学術講演会, 4C-2, (2021 年 11 月 26 日) 奨励賞
- 6) 川原宗央, 藤原天馬, 栗田耕一, 非接触分光脈波計測と深層学習による脈波識別技術の開発, 技術の開発, 第 30 回計測自動制御学会中国支部学術講演会, 4C-3, (2021 年 11 月 26 日)
- 7) 竹田史章, 向井 司, “AIを用いたプラスチックエアダクトの表面検査システムの提案” システム制御情報学会(2021年5月27日)
- 8) 佐々木優也, 竹田史章, “ドローンによる空撮動画を用いた壁面のAI状態判定システムの提案” システム制御情報学会(2021年5月27日)
- 9) 福田大河, 竹田史章, “スマートファクトリを想定したAIマルチテンプレート方式による青果物状態判定システムの提案” システム制御情報学会(2021年5月27日)
- 10) 金谷虹季, 竹田史章 “AIによる冷凍食品用原材料の異物検知とその部位特定システムの開発” システム制御情報学会(2021年5月27日)
- 11) テムレン, 増満征士, 渡邊敬祐, 孫 文旭, 廿日出 好, “FeCo 系新磁歪材料を用いた板材のガイド波試験技術の開発”, 第 33 回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム (SEDA33) 論文集 SEAD33-92, pp.301-304 (2021 年 5 月 21 日, Web 講演)
- 12) 孫 文旭, 笠 友樹, 廿日出 好, 池庄司敏孝, 京極秀樹, 「ラックスゲートセンサを用いた SUS316L 金属 3D 積層造形物の非破壊検査」, 2021 年第 82 回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集 11p-N403-4 (2021 年 9 月 11 日, Web 講演)
- 13) MUNKHNYAM TEMUULEN, 大輪凌平, 渡邊敬祐, 岡田亘平, 孫 文旭, 廿日出 好, “FeCo 系新磁歪材料を用いたガイド波検査技術による CFRP 板材の多点計測”, 日本非破壊検査協会超音波部門 第 29 回 超音波による非破壊評価シンポジウム講演論文集, pp.73-78 (2022 年 1 月 24 日, Web 講演)
- 14) 渡邊敬祐, 岡田亘平, MUNKHNYAM TEMUULEN, 大輪凌平, 孫 文旭, 廿日出 好, 甘崎恭徳, 友利明浩, 「STPG370 配管自身の残留磁化を用いた磁歪式非接触ガイド波送受信技術の開発」, 日本非破壊検査協会超音波部門 第 29 回 超音波による非破壊評価シンポジウム講演論文集, pp.79-84 (2022 年 1 月 24 日 Web 講演)
- 15) 笠 友樹, 孫 文旭, 廿日出 好, 池庄司敏孝, 京極秀樹, “HTS-SQUID を用いたアルミニウム合金製金属 3D 積層造形物の非破壊検査”, 2022 年第 69 回応用物理学会春季学術講演会, 講演予稿集 23a-D214-3 (2022 年 3 月 22 日, Web 講演)
- 16) 岡田亘平, 渡邊敬祐, ムンフニャム テムレン, 大輪凌平, 廿日出 好, “STPG370 管に対する非接触ガイド波試験技術の開発 —解析と実験—”, 2022 年第 69 回応用物理学会春季学術講演会, 講演予稿集 23a-D214-4 (2022 年 3 月 22 日, Web 講演)
- 17) 増満征士, 貞廣 直, 西川雄大, 孫 文旭, 廿日出 好, “高感度ベクトル磁気センサとドローンを用いた磁気探査装置の開発”, 2022 年第 69 回応用物理学会春季学術講演会, 講演予稿集 24p-D113-12 (2022 年 3 月 24 日, Web 講演)
- 18) 遊亀嘉生, 藤野貴之: “Brokerにおける盗聴を防ぐMQTTエッジプロキシの機能拡張設計および実装”, 第23回IEEE広島支部学生シンポジウム論文集, pp.117-120(Nov.2021)

(5) 講演 (2 件)

- 1) 竹田 史章, “食品プロセスにおける AI・センサデータの活用方法とその実践例”一般社団法人広島県食品工業協会, 広島県立総合技術研究所食品工業技術センター (2022 年 2

月 4 日)

- 2) 廿日出 好, “現場での適用を目指した高温超伝導 SQUID ベースの非破壊検査技術”, 2021 年度 第 3 回超電導応用研究会シンポジウム超伝導デバイスの最新技術と将来展望(2)「SQUID などの高感度センサーを用いた最新応用研究」(2022 年 3 月 4 日)

(6) 特許出願 (2 件)

- 1) 竹田 史章
 - ① 企業との共同出願, 出願番号: 特願 2022-018053
 - ② 企業との共同出願, 出願番号: 特願 2022-018017

4. 外部資金獲得 (9 件)

- 1) 栗田 耕一: 文部科学省科学研究費, 基盤研究(B) 2021 年度~2023 年度 (代表者)
- 2) 竹田 史章: 受託研究費, 6 件
- 3) 廿日出 好: 共同研究費, 1 件
- 4) 廿日出 好: 受託研究費, NEDO

5. 学外兼務業務

- 1) 栗田 耕一: 電気学会中国支部 協議員
- 2) 栗田 耕一: 広島県立総合技術高等学校 学校運営協議会 会長
- 3) 竹田 史章: 高速信号処理応用技術学会 副会長

6. その他

- 1) 竹田 史章, 2021 年度 企業等の技術指導・技術相談 (3 件)
- 2) 廿日出 好, 2021 年度 企業等の技術指導・技術相談 (1 件)