

機械学習を用いた デジタル回路設計手法の開発

情報システム技術

IoT技術グループ 岡部 忠
TEL 03-5530-2286

特徴

本研究ではエッジデバイス向けの小規模FPGAを対象として、機械学習を用いてデジタル回路を設計する既存手法について調査し、新たな設計手法を開発および提案します。本研究から新たな設計手法が確立され、エッジデバイスにおいて、人工知能の諸分野に機械学習や深層学習が広く利用される一助となります。

本研究開発の内容

- BNN (Binary Neural Network、2値化ニューラルネットワーク：図1参照) の各NXORの出力 (二値 (0/1)) に着目
⇒ 活性化関数を簡潔な回路に置換
- BNNの基礎調査
⇒ 2入力NXORの回路を解析
(w_0, w_1, w_2) = (0, 1, 1) で NANDゲートと論理的に等価
⇒ NANDが表現できるため、デジタル回路の基本セルが全て表現可
- BNN based Circuit Design としてプログラムを開発
⇒ ニューラルネットワークのパラメータとして $w_0, w_1 \dots$ の値を逐次変更し、設計対象となる回路入力 $x_0, x_1 \dots$ と入力に対して期待される回路出力 z を教師データとして学習を行い、パラメータのチューニングを続け最終的にパラメータ $w_0, w_1 \dots$ を決定
⇒ 本開発手法により、任意の論理回路の設計が可能に (図2参照)

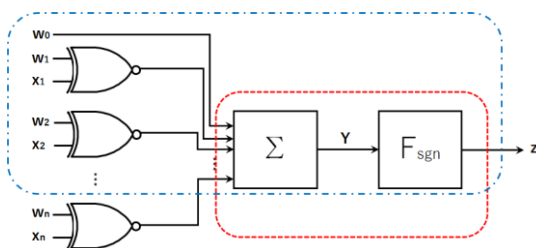


図1 BNNのブロック図



図2 開発手法と従来法（ハードウェア記述言語による設計）を用いて設計した加算器のデータ処理速度の比較

従来技術に比べての優位性

- デジタル回路の最適化手法や設計容易化手法の実用化を目指した機械学習を用いたデジタル回路設計手法を開発
- ハードウェア記述言語を使わずに、論理回路の設計が可能に！！

今後の展開

- 研究結果から、より大きな回路や複雑な演算に対して開発手法を適用し、開発手法の適用範囲を見極める。
- 開発手法の更なる深化へ繋げることが今後の課題

研究者からのひとこと

この技術でハードウェア記述言語を使わずに論理回路の設計が可能です。

本研究開発に興味のある企業さまとの共同研究を募集しています。

ウェルビーイング志向のIoTサービスデザイン

情報システム技術

IoT技術グループ 根本 裕太郎
TEL 03-5530-2286

特徴

IoTやDXの推進にあたっては生産性や効率だけでなく、**ユーザーや従業員のウェルビーイング**をいかに実現できるかが重要になります。この研究では、新しい活動をデザインするときに、ウェルビーイングの観点をいかに組み込めるかを検討してきました。

ウェルビーイング (Well-being) : 人間のよい状態/善き生。心理的・身体的・社会的な側面から捉えられる。

SAGAモデル：どのようにウェルビーイングに貢献するか？

デザインガイド：どのような方法で促進するか？

アウトカム	一時的	白雪姫型	不思議の国のアリス型
	持続的	ランプの精型	人魚姫型
		他律的	自律的
プロセス			

アウトカム：インタラクションにより生じる変化

- ・ 一時的：その場で経験される心理的・身体的・社会的変化（ポジティブな感情、自律性や有能さの実感）
- ・ 持続的：その場を超えて残りつづける心理的・身体的・社会的変化（知識・能力の会得、価値観の変容）

プロセス：インタラクション自体の性質

- ・ 他律的：システムや提供者側の能力が強く発揮される
- ・ 自律的：ユーザー自身の能力が強く発揮される

デザイン要素	Tips	対応しうるルート			
		白雪姫	アリス	ランプの精	人魚姫
価値提案	ポジティブな体験	+	+		
	不可逆な価値観の変化		-	+	+
	多様な人のインクルージョン	+		+	
行動	共同生産的なインタラクション		+	+	+
	コミュニティにおける利他行動		+		+
	資源の誤用や喪失		-		-
ユーザー	個性や動機とコンセプトのマッチ	+	+	+	+
関係性	他者との共創的な関係		+/-	+	+
場	反構造的、非日常的な場	+		+	+

従来技術に比べての優位性

- 人間的・社会的な観点を考慮したデザインガイドの提供
- 人々のウェルビーイングに上向きの変化をもたらす新サービスの共創
- 従業員のモチベーションや自律性を無視したIoT導入やDX促進の抑制

今後の展開

- 共同研究：現実の変化を引き起こす協働的なアクション・リサーチを実施したい
- 組織的な実践として根付かせる方法の体系化
- デザイン事例の創出

研究成果に関する文献・資料

- 根本, ホー：Well-beingを物語るサービスデザイン, サービス学会第8回国内大会（2020）
- Nemoto, et al. : Design for Customer Acceptance of Product-Service System, In: Proc. of ICED2021, in-printing（2021）

研究員からのひとこと

IoTやDXに魅力を感じるが、現場の抵抗や技術のダウンサイドが気になるなどでお悩みの方、一緒にアクションを起こしませんか？

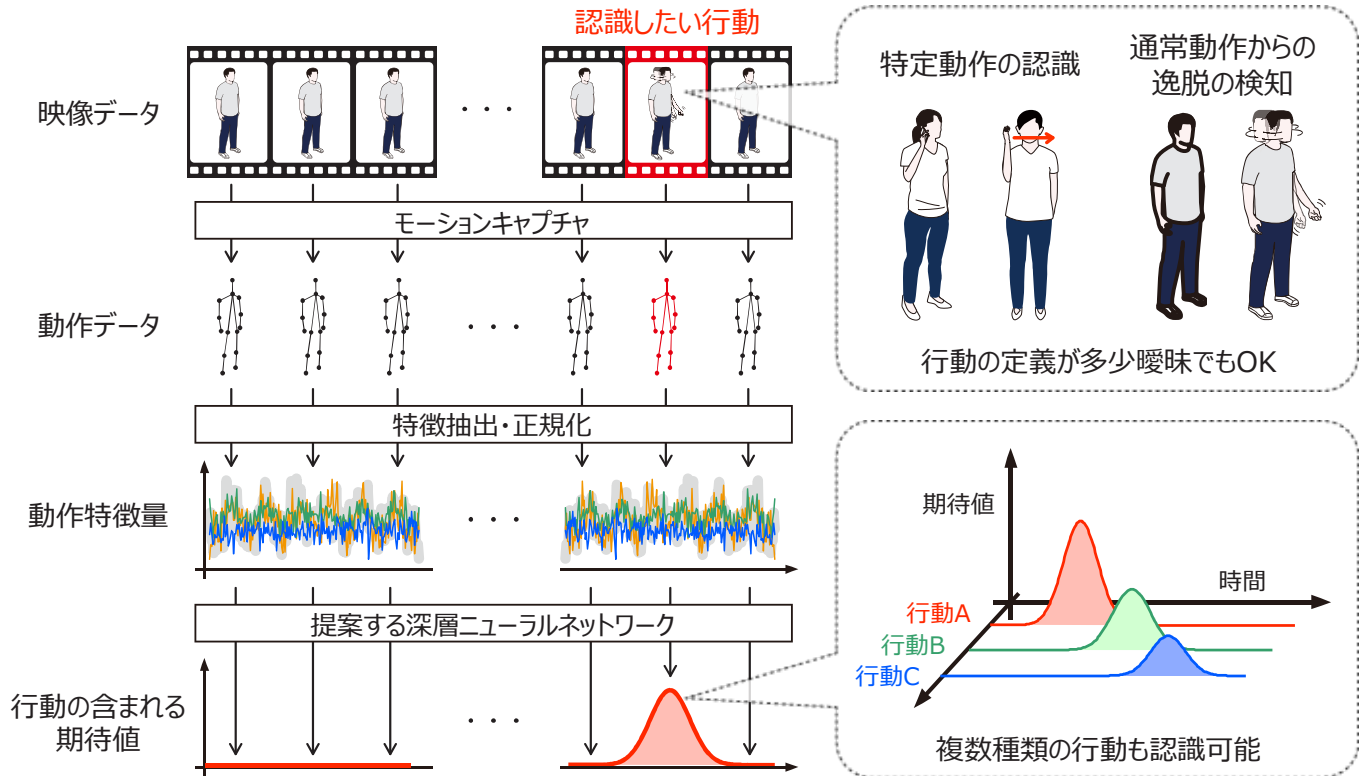
共同研究者 ホー バック（東京工業大学）

深層学習によるモーションキャプチャデータの解析技術

IoT技術グループ
TEL 03-5530-2286

特徴

モーションキャプチャデータやウェアラブルセンサデータのような多変量時系列データを解析する新しい深層ニューラルネットワークおよびその学習方法を提案し、人物の行動認識を可能としました。本技術は映像解析などにも利用できます。



従来技術に比べての優位性

- 人物の行動認識が可能
- 同時に複数種類の行動も認識可能
- 数十～数百次元の多変量時系列データ解析が可能

今後の展開

- 監視カメラ映像解析
- モーションキャプチャデータ解析
- ウェアラブルセンサデータ解析

研究成果に関する文献・資料

- Miki et al. Weakly Supervised Graph Convolutional Neural Network for Human Action Localization, IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision, 2020
- [TIRI NEWS 2020年増刊号, P.10-11](#)

研究者からのひとこと

この技術で人物動作の解析が可能です。映像解析やモーションキャプチャデータ解析にお役立てください。

共同研究者 陳 実、出町 和之(東京大学) 研究の一部はJSPS科研費19K20310により実施しました。

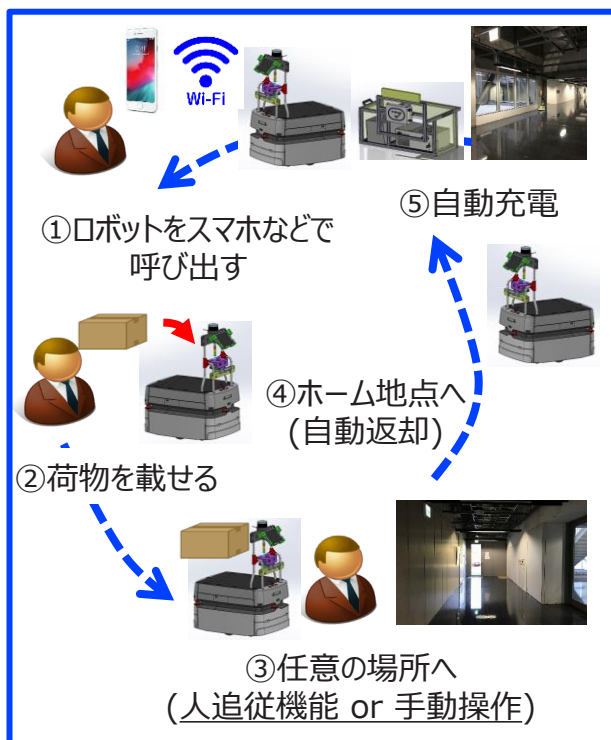
都産技研での 搬送ロボットシステムの構築と評価

ロボット技術グループ 益田 俊樹
TEL 03-5530-2706

特徴

人追従ロボット、自律移動ロボットの搬送ロボットシステムを都産技研本部1Fに構築し、安全性や機能などの評価を実施しました。運用を想定したリスクアセスメントや模擬環境での機能検証を通して、得られた知見をご紹介します。

人追従ロボットの搬送システム



○リスクアセスメントの結果

人への危害リスク：173
サービス停止リスク：72
その他のリスク：4
例：バンパーの故障
バッテリーの低電圧
他のロボットとの衝突

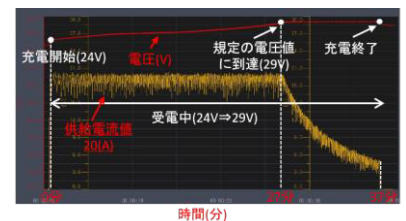
リスクレベルの評価と低減

RL	低減前	低減後
IV	0	0
III	31	0
II	217	96
I	1	153

○模擬環境による評価



持続時間評価(298分)



自動充電の評価(37分)

○都産技研本部1Fでの1か月間の評価



人追従での走行評価



送電ステーションへのアプローチ評価

従来技術に比べての優位性

- 搬送ロボットシステムのリスクアセスメント
- レーザーセンサを使用した自動充電アプローチ
- 人追従後に自動で返却される機能
- 不整地を安定走行可能な6輪の車体構造と小型化

今後の展開

- 遠隔操作、ロボットのセンサデータ転送評価
- 複数の搬送ロボットの連携
- 搬送システムの常設サービスへの活用
- 物流倉庫、工場での活用

研究成果に関する文献・資料

- 益田他：都産技研研究報告, No.11, P.2 (2016)
- 益田他：屋外用ロボットベース「Taurus」の研究開発, ロボティクスメカトロニクス講演会2017 in Fukushima, No.17-2, PP79, (2017)
- [TIRI NEWS 2018年3月号, P.02](#)
- 益田他：大型ロボットベース「トーラス」の開発と警備ロボット「ペルセウススポット」への応用, 第38回日本ロボット学会学術講演会, (2020)

研究員からのひとこと

搬送ロボットのシステムを構築し評価しました。リスクアセスメントや自動充電機能、6輪の車体構造など、興味のある企業さまとの共同研究・事業化の相談をお待ちしています。

共同研究者 中村 佳雅 (都産技研)

Local SLAMを用いた 環境変化検出による 環境地図の自動更新

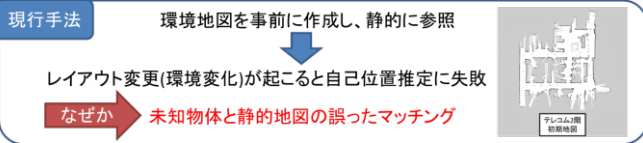
情報システム技術

ロボット技術グループ 中村 佳雅
TEL 03-5530-2706

特徴

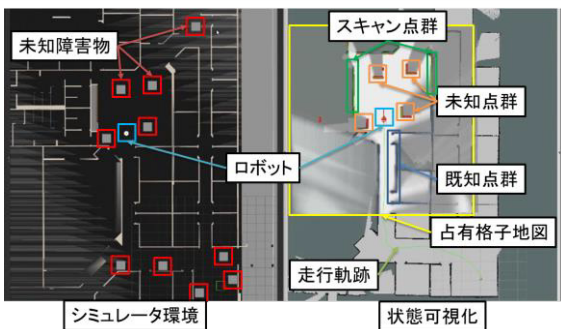
自律移動ロボットが自己位置推定を行う際に課題となる未知物体と静的地図との誤マッチングを防止する手法を開発しました。この技術により、移動体を含む未知環境において位置ずれを抑制し、レイアウト変更に対応した自律移動が可能です。

工場や商業施設などではレイアウト変更が多く発生する静的地図のみでは位置ずれが起こるため地図更新が必要



HICityにおいて準備期間中になかった胡蝶蘭が設置されたこの時は、認識する壁の高さを調整することで対応した

未知物体を10個配置し環境変化検出の評価を行った全ての未知物体を検出し、レイアウト変更に対応可能



従来技術に比べての優位性

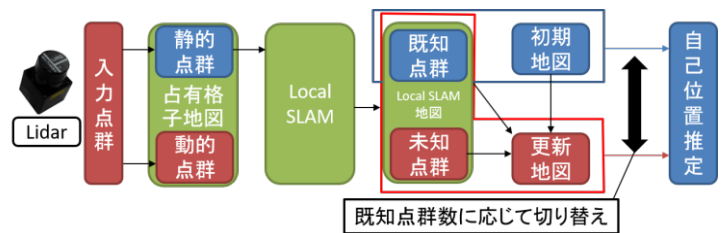
- 従来技術と比較して、移動物体を含む未知環境において位置ずれを抑制
- 初期地図からの環境変化部分を検出可能
- 自律移動ロボット運用時の負担軽減が期待

今後の展開

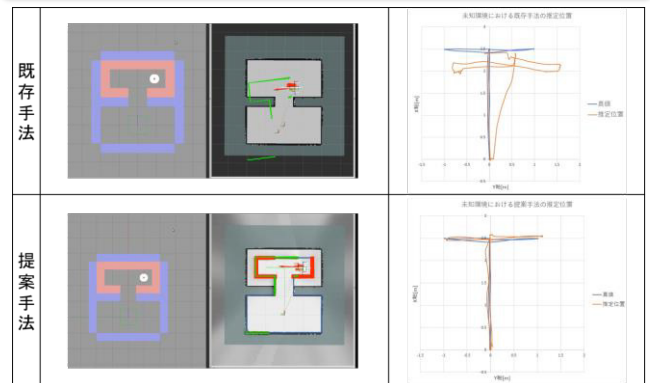
- 案内・運搬・清掃・警備などの自律移動ロボットへの適用
- カメラを用いた3次元地図の更新

提案手法

- 占有格子地図を用いた静的動的判定による移動体検出
- Local SLAMによる参照用点群の蓄積と環境変化判別
- 常に初期地図を参照することで地図更新時の位置ずれを抑制



既存手法と比較し、未知環境において位置ずれを抑制



研究成果に関する文献・資料

- 佐々木：動的混雑環境における案内ロボットの自己位置推定, TIRIクロスミーティング2018年
- 中村：環境変動にロバストな自動位置復旧のための破綻検出機能の開発, TIRIクロスミーティング2019年
- 中村：公共施設向け展示案内ロボット開発と自己位置推定改善, 第38回日本ロボット学会学術講演会2020年

研究員からのひとこと

この技術を用いることでレイアウト変更が発生する環境での自律移動が可能です。

本技術に興味のある企業さまとの共同研究・事業化の相談をお待ちしています。

共同研究者 萩原 颯人 (都産技研)

AI技術を活用した物体認識による 細長物体への追従制御の検討

情報システム技術

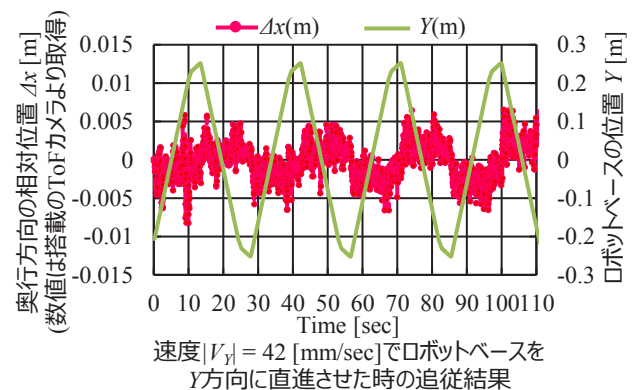
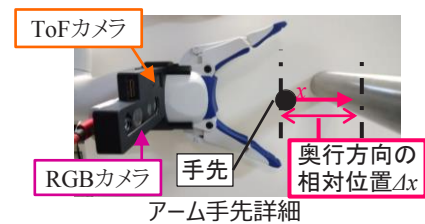
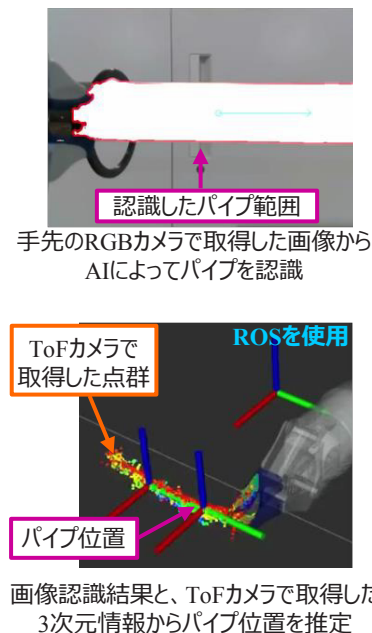
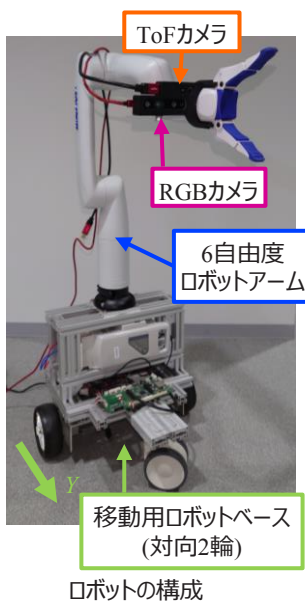
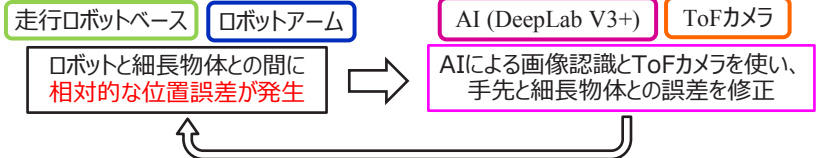
ロボット技術グループ 萩原 颯人
TEL 03-5530-2706

特徴

本研究の目的は、配管検査や吹付、手すり清掃作業などの**速度向上**です。移動用ロボットベースにロボットアームが搭載されています。AIとToFカメラを組合せ、**ロボットベースが走行しながら、配管や手すりなどの細長い物体にアーム手先が追従**します。

以下のような作業の速度向上

- ・配管検査、非破壊検査
- ・鉄骨への耐火被膜吹付
- ・手すり清掃



細長い物体にする奥行方向の位置誤差 ± 10 mm以下

従来技術に比べての優位性

- ロボットベースが走行しながら作業が可能
- AIによる画像認識結果と、ToFカメラで取得した3次元情報を組み合わせることで、細長い物体を認識
- 細長い物体にする奥行き方向の位置誤差 ± 10 mm以下を達成 (ロボットベース速度42 [mm/sec] 時)

今後の展開

- さらに早い速度に対応
- ロボットベースとロボットアームの連携と協調
- さらに広域な3次元情報を取得可能にさせ、空間把握や3次元マップの構築に応用

研究成果に関する文献・資料

- 坂下和広 他：中小企業による移動サービスロボットの製品化を容易にするT型ロボットベース，ロボット学会誌実用技術紹介, vol.36, No.1, pp46-47, 2018.
- 佐々木智典 他：自律制御ロボットアームによるボタン押込み操作, TIRIクロスミーティング2019

研究者からのひとこと

環境にある立体的な細長い物に追従しながら走行できるロボットは、まだ世の中でも少ないと思います。今後は、さらに速い速度に対応し、実用レベルの完成度にしたいと思っています。

共同研究者 中村 佳雅 (都産技研)、山崎 芳昭 (明星大学)

英語シャドーイング学習用 VR(仮想現実)システムの開発

情報システム技術

通信技術グループ 大平 倫宏
TEL 03-5530-2632

特徴

VR機器を用いて、英語シャドーイング学習を行えるシステムを開発しました。開発したシステムを利用して、アンケート調査を行い、VR英語シャドーイングの普及可能性などを調査しました。



図1 作成したシステム(上)とVR英語シャドーイング中の風景(下)

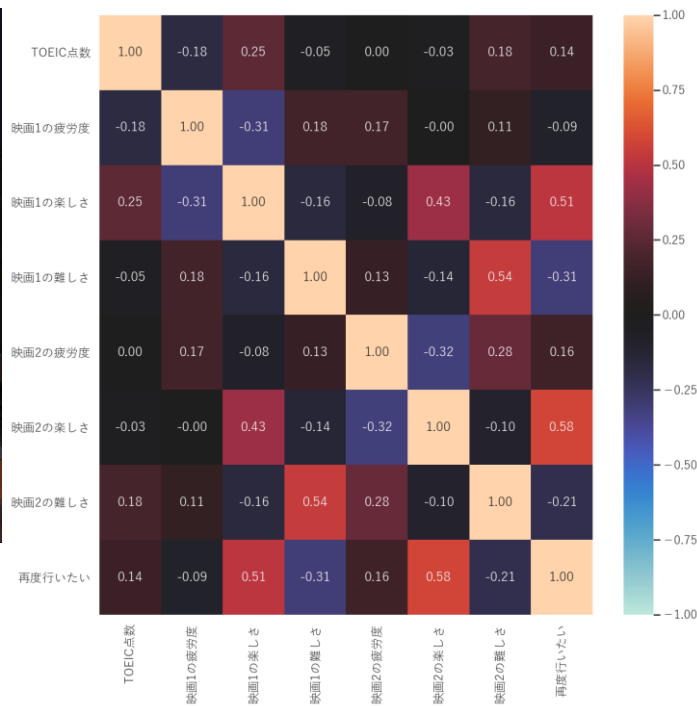


図2 アンケート結果の相関係数行列(映画1: カサブランカ、映画2: シェーン) 学習の継続性(楽しさ)には、難しさよりも、疲労度の方が影響が大きいことなどが、見て取れる。

従来技術に比べての優位性

- VR英語シャドーイングシステムの開発。
- VR空間で学習することで、集中力が高まる。
- 英語能力が低くても、楽しんで英語学習が可能。

研究成果に関する文献・資料

- 現在のところ無し

今後の展開

- 他の教育・学習システムへの応用
- 技術継承が必要な産業分野への展開
- VR機器の軽量化・快適性の向上が必要

研究員からのひとこと

このシステムで集中して、楽しく学習を行うことが可能です。

VRを利用した教育システムに興味のある企業さまとの共同研究・事業化を募集しています。

自律型計測のための 走査型プローブ顕微鏡ソフトウェア・ コントローラの開発

特許出願中

情報システム技術

通信技術グループ 上田 啓市
TEL 03-5530-2540

特徴

自律型計測のための走査型プローブ顕微鏡(SPM)ソフトウェア・コントローラを開発しました。自律型計測を可能するため、AIとの相性の良いPythonを利用できるSPMソフトウェアを検討しました。この技術により高度な計測が可能となります。

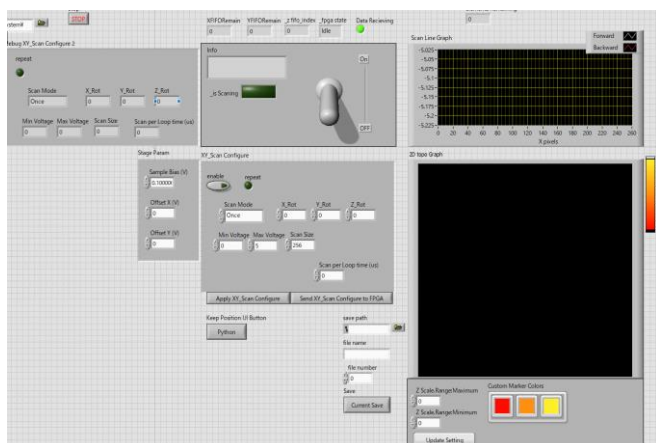


図1 開発したSPMソフトウェア

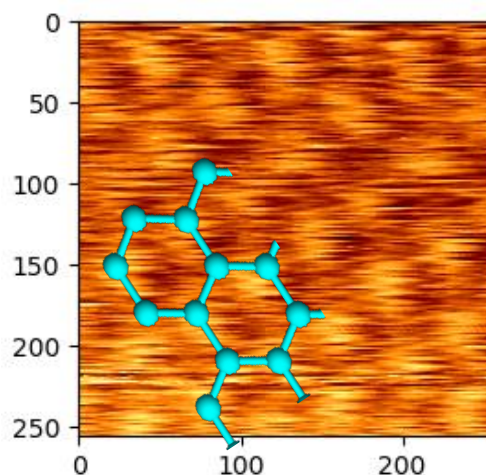


図2 計測したグラファイト(HOPG)表面像

LabVIEW FPGAをベースとしたSPMソフトウェア・コントローラを開発しました。スクリッチ開発のためさまざまな動作が可能となります。また、Pythonとのインターフェースを有しており、自律型動作の実装が可能です。

開発したSPMソフトウェアで大気中のHOPGを計測しました。過去の研究で計測されているHOPG像と同様の表面像が得られており、正しく計測できていることがわかります。

従来技術に比べての優位性

- 独自開発のソフトウェア・コントローラのため、これまでにない効率的な探針走査が可能
- Pythonを用いた自律型計測を導入可能

研究成果に関する文献・資料

- Microscopy, Volume 68, Issue Supplement_1, November 2019, Page i44
- [TIRI NEWS 2020年1月号, P.6-7](#)

今後の展開

- 自律型計測への応用
- 高速な走査型プローブ顕微鏡の開発
- SPMに限らないさまざまな計測機の自動化・自律化への応用

研究員からのひとこと

この技術でSPMの自律型計測が可能です。SPM装置開発に興味のある企業さまは共同研究などご相談ください。

共同研究者 阿部 真之 (大阪大学)、DIAO ZHUO (大阪大学)

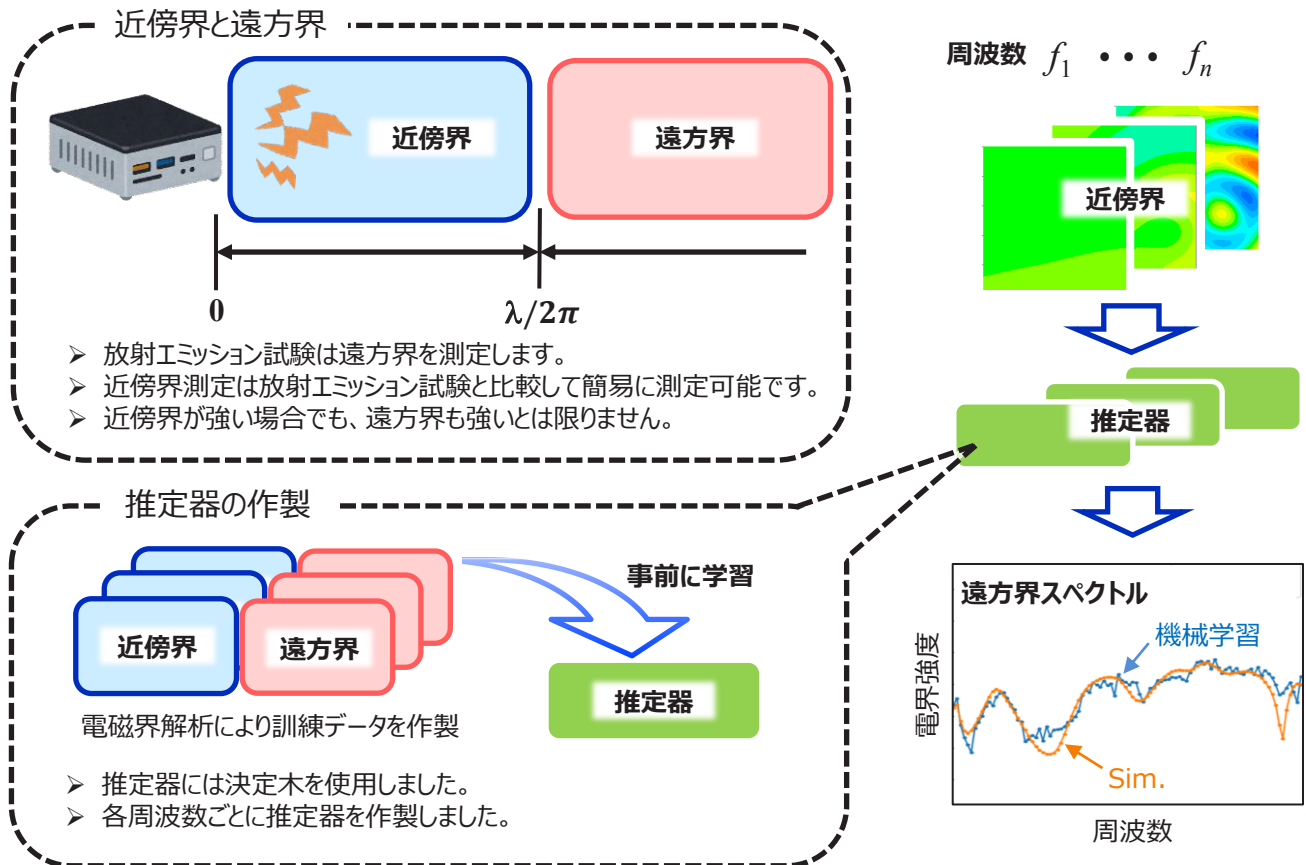
機械学習を用いた 近傍界からの遠方界推定手法の開発

情報システム技術

通信技術グループ 滝沢 耕平
TEL 03-5530-2540

特徴

近傍界強度と機械学習を用いて**遠方界強度を推定する手法を開発**しました。簡易に測定可能な近傍界から誰でも遠方界を推定でき、**放射エミッション試験前の確認**や**ノイズ対策効果確認**への応用が期待できます。



従来技術に比べての優位性

- 推定に使用するデータは近傍界強度分布だけであり、廉価な設備で測定可能
- 技術者の知見によらず、近傍界から遠方界を推定可能

研究成果に関する文献・資料

- Estimation of electromagnetic far-field from near-field using machine learning, ISAP2020 Proc., pp.119-120, Jan. 2021.

今後の展開

- 廉価な放射エミッション評価への応用
- 電波強度に関する他の試験への応用

研究員からのひとこと

この技術は廉価な放射エミッション評価への応用が期待できます。EMC評価手法の開発にお役立てください。

共同研究者 渡部 雄太、藤原 康平（都産技研）