

めっき工程管理へのAI・IoTの導入

機能化学材料技術部
プロセス技術グループ
榎本大佑

特徴

めっき工程管理へのAI・IoT技術導入として、機械学習技術によるバレル汲み出し量の推定、センサ活用による化学物質濃度の推定、画像認識技術による排水処理計器のログ取得などの検討を行いました。AI・IoT技術を活用することにより、環境負荷の低減化やめっきプロセスの効率化に応用することができます。

都産技研では、近年の中小製造業における環境負荷低減に対する需要が高まるのを受け、東京都の地場産業であるめっき業界支援の一環として、環境負荷低減につながる研究開発を行っています。ここでは、めっき工程管理へのIoT・AIの導入に向けて検討を行った3つの技術を紹介します。

バレル汲み出し量推定技術

バレル汲み出し量のデータを活用し、機械学習技術を応用することで、汲み出し量の推定可否を検討しました。

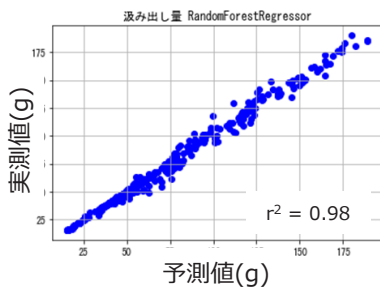


図1 汲み出し量推定結果と実測値の比較

化学物質濃度推定技術

カメラやスペクトルセンサとpH・EC検出器を組み合わせ、めっき液や排水中の化学物質濃度の推定可否を検討しました。

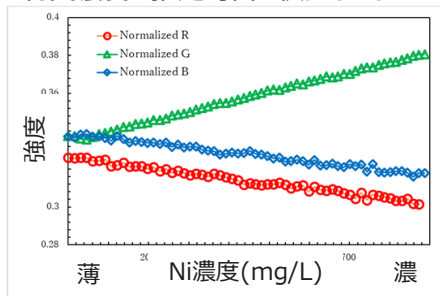


図2 めっき液中Ni濃度とRGBスペクトル強度

排水処理計器のログ取得技術

ログが残らない排水処理計器のログ取得のため、画像認識技術を応用したログ取得システムを検討しました。



図3 実工場pH計の画像認識結果例

めっき工程管理にAI・IoTを活用することで、工場の**環境負荷・コストを低減**でき、**SDGsに適応**できます。

適用可能な技術分野や製品など

- 開発したバレル汲み出し量推定技術は、製品やバレルの特徴ごとに**最適な水切り時間を把握することが可能**となります。バレル制御の水切り時間自動設定への応用も検討できます。
- 化学物質濃度推定技術及び排水処理計器のログ取得技術は、**排水処理不良の予防、原因特定**およびその**改善**に活用できます。

研究成果に関する文献・資料

- 化学工学会第87年会要旨集
- めっきプロセスの総合的な完全による環境負荷低減, JETI, Vol.70, No.9, P.1-4 (2022)

期待される効果

- **環境負荷低減**
バレル汲み出し量の推定が可能となることから、各条件における最適な水切り時間を設定でき、汲み出し量を最小限に抑えることで環境負荷を低減することができます。
- **コスト削減**
汲み出し量を最小限に抑えることや、化学物質濃度の推定および排水処理計器のログを利用した排水処理プロセスの改善により、めっき液や排水処理薬剤の消費量を低減でき、コスト削減することができます。

研究員からのひとこと

めっき工程へのAI・IoT技術導入に関する技術相談も可能です。
お気軽にお問い合わせください。



共同研究者 田熊保彦（都産技研）、森久保諭（都産技研）、安藤恵理（都産技研）

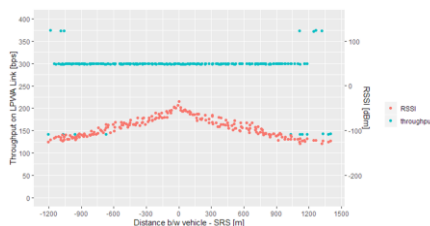
IoTで使える無線通信規格と現状

情報システム技術部
IoT技術グループ
櫻庭 彬

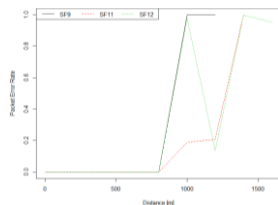
特徴

IoTデバイスのラストワンマイル部分に相当する通信規格と実際のパフォーマンスをフィールド実験で調査しました。無線周波数帯の物理特性や性能に応じた「使いどころ」を解説します。

フィールド実験によるLPWA性能評価

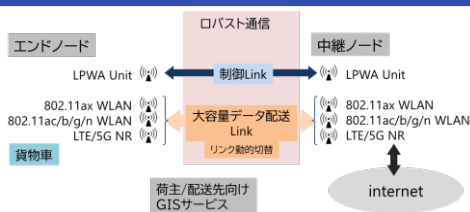


低消費電力と長距離通信を両立するLPWA規格の一つであるLoRaは、見通しのとれている郊外部の地表のノード間であれば半径1.2 km前後範囲で通信可能です。



LPWAでの通信は信号強度によらず安定したパフォーマンスを実現しますが、高圧電線などの電磁ノイズによる影響では顕著な信頼性低下がみられます。

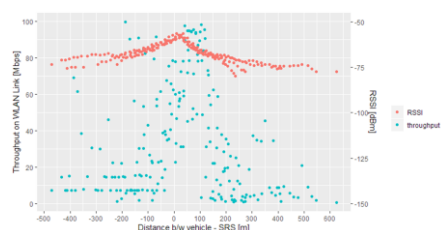
適用可能な技術分野や製品など



ラストワンマイル通信に適切な技術を使用することで、効率的なIoTシステム開発に役立てることが可能です。複数の無線規格を連携させた設計にすることで、ロバストな通信が可能になります。

研究成果に関する文献・資料

- A. Sakuraba et al. "Evaluation of End-to-End Performance on N-Wavelength V2X Cognitive Wireless System Designed for Exchanging Road State Information", Advances in Internet, Data and Web Technologies pp 277-289 (2020).



5 GHz帯無線LANは大容量通信が可能でリアルタイムの動画送信も可能ですが、植生や障害物の影響が大きくなります。

無線規格の使いどころ

- LPWA

生成されるセンサデータのリアルタイム/定時通報の双方向通信向きです。

- 無線LAN

画像データなどのリッチコンテンツのごく短距離での通信に限定した配送にとどめるのがおすすめです。

期待される効果

- LoRaや無線LANなどの自営系インフラは、携帯電話網に依存せず、これまで難しかった設備や箇所へのIoTシステムの導入が可能になります。
- 自動車やロボットなどの移動体と固定局との間の通信容量の増大により、応用範囲拡大にもつながります。

研究者からのひとこと

IoT通信のお困りごと、なんでもご相談ください。



共同研究者 柴田義孝 (岩手県立大学)

この研究は総務省戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE)課題番号181502003によるものである

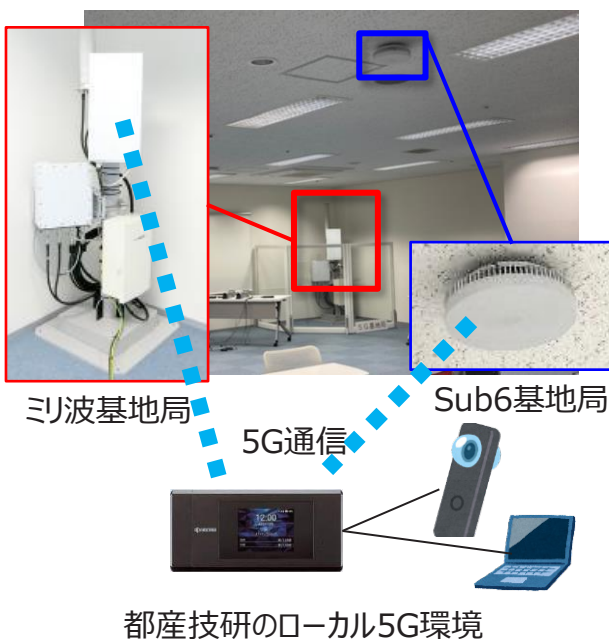
ローカル5Gへの都産技研の取組み

情報システム技術部
通信技術グループ
上田啓市

特徴

都産技研内に、ローカル5G基地局およびローカル5Gデバイス開発を目的とする計測装置を導入しました。オーダーメイド開発支援(有料)やトライアル利用(無料)が可能です。

ローカル5G基地局



都産技研のローカル5G環境

適用可能な技術分野や製品など

- ローカル5G通信を利用したサービスの検証。
- 技適取得前の5Gデバイス・製品開発に関する支援。
- 公募型共同研究を通じたローカル5G普及促進。
- 関連事業者との情報交換。

研究成果に関する文献・資料

- 2021年度 都産技研活用事例集 P11
- TIRI NEWS 2022年3月号, P.12
- TIRI NEWS 2020年11月号, P.9

測定器



電波暗箱
(CATR)



電波暗室



基地局エミュレータ

- 5G支援の利用例などを紹介します。

期待される効果

- LTEでは難しかった4K/8K映像の配信。
現状 上り120 Mbps/下り800 Mbps
※アップデートにより上り性能向上予定
- ローカル5Gを利用したリアルタイムでの遠隔操作
現状 伝送遅延往復20 ms程度
※リリース16アップデートによりURLLC実装による性能向上予定

研究者からのひとこと

ローカル5G設備のトライアル利用(条件により無料)が可能です。ローカル5Gの活用に興味のある企業様との実証実験、共同研究など実施可能です。



共同研究者 大平倫宏 (都産技研)、渡部雄太 (都産技研)、中村繁成 (都産技研)

AI技術を利用した 現実拡張学習支援システムの開発

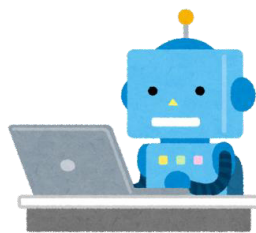
情報システム技術部
通信技術グループ
大平倫宏

特徴

Augmented Reality(拡張現実)/ Mixed Reality(複合現実)技術と Artificial Intelligence(人工知能)技術を組み合わせることで、学習者が従来よりも効率良く、プログラミング学習可能なシステムを開発しました。



プログラミング学習者
(MRグラス装着)



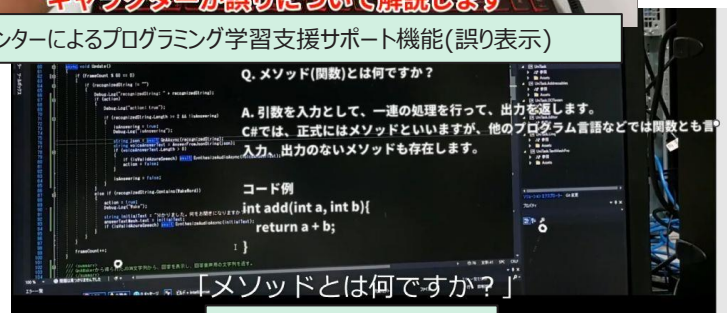
AIメンター



初歩的なミスをしたとき、コンパイル後に
キャラクターが誤りについて解説します

AIメンターによるプログラミング学習支援サポート機能(誤り表示)

学習者がMRグラスを装着することで、AIメンターが現実世界に重ね合わせて表示されます。AIメンターは、プログラムの誤りを解説してくれたり、音声認識により、分からない技術用語の解説などを文字表示と音声で行ってくれます。メンターは、学習者が諦めないようにサポートしてくれます。



音声認識による解説機能

適用可能な技術分野や製品など

開発した学習支援システムは、主にプログラム学習向けです。また、AIメンターを利用せずに、遠隔から現実の講師などと通信することも可能です。

利用したAI技術などを利用することで、言語学習等の他の学習や建築現場での工事施工者の支援などへ応用することも可能です。

研究成果に関する文献・資料

- 展示会「Tokyo Tokyo ALL JAPAN COLLECTION」
2021/07/28-30.

期待される効果

- **効率の良い学習**
AIメンターにより、学習者が1人でも効率よく学習を行う事が期待出来ます。
- **挫折者の減少**
AIメンターがサポートすることで、学習者が孤独感などを感じずに、挫折者を減少する効果が見込めます。
- **遠隔学習の実現**
遠隔地においても、講師などと密着した学習を行う事が可能です。

研究者からのひとこと

AI、VR、MRなどを利用した製品化に向けた共同研究企業を募集しています。お気軽にお問い合わせください。



共同研究者 中村繁成 (都産技研)、月田直樹 勝野明彦 日比野智大 (株式会社VRデザイン研究所)

強化ガラスの破損事故解析を 高効率化する画像処理システムの開発

物理応用技術部
光音技術グループ
平 健吾

特徴

強化ガラスの破損事故解析において目視により全破片に対して行う「破損起点部の探索」の効率化手法を開発しました。本手法により起点部の可能性がある破片数を全破片数の約1/10に絞ることができました。

■ 強化ガラスの破損事故解析

破損原因に対応する特徴的な形状が保たれている起点部を有する破片を探索し、その破片を解析することで破損事故原因を究明します。



起点部を有する破片

■ 起点部を有する破片探索の課題と研究目的

課題 検査員が目視により経験的に起点部を有する破片を探索しているため、破片の全数探索が必要になる場合もあり、探索の効率化が求められています。

研究目的 画像処理探索システムの開発

■ 画像処理探索システムの開発における課題

- 検査員による評価基準の定量化
目視による評価基準を画像処理で再現するための特徴量を決定する必要があります。
- 画像処理に最適な照明・撮像方法の確立
決定した特徴量を適切に抽出可能な照明・撮像方法を確立する必要があります。

適用可能な技術分野や製品など

開発した照明・撮像方法は、強化ガラス以外にも幅広い対象の外観検査などのマシンビジョンにおける画像取得に適用可能です。

例) 生産ラインにおける不良品検査

研究成果に関する文献・資料

- 平 他：強化ガラスにおける起点部をもつ破片探索高効率化に向けた光学的手法の検討，第17回フラクトグラフィシンポジウム，日本材料学会，（2022.10.13 発表予定）

■ 画像処理探索による効率化における解決方法

○ 検査員へのヒアリングによる特徴量の決定

特徴量(=検査員による評価基準)

※ 厚さ5mm、圧縮応力 100MPa程度の強化ガラスを想定

- (1). 面積：70mm²以上
- (2). 縦横比：0.5以上
- (3). 形状：凸多角形
- (4). 頂点数：5~8個

○ 特徴量を適切に抽出可能な画像取得システムの開発

フラットドーム照明を採用した光学システムを開発(→ 図1)

○ 探索破片数のスクリーニングが可能な画像処理探索システムの開発

起点部の可能性がある破片数を全破片数の約1/10に絞ることができました。(→ 図2)

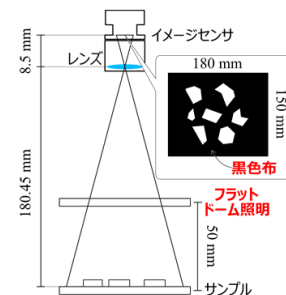


図1 開発した光学システムの概略図

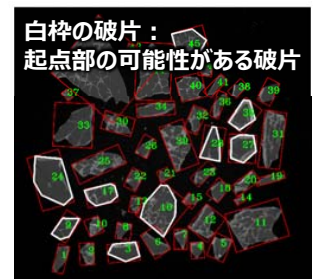


図2 スクリーニング結果の一例

期待される効果

- 対象物の検出精度向上
最適な照明・撮像方法の確立により精度向上が可能です。
- 外観検査の時間短縮
画像処理により目視検査を画像処理に置き換え検査時間を短縮可能です。

研究員からのひとこと

画像処理により外観検査を行いたいが、精度が低く困っているなどの課題をお持ちのお客さまからのご相談をお待ちしております。対象に最適な照明・撮像システムの開発にご協力いたします。



共同研究者 澁谷孝幸（都産技研）、宮宅ゆみ子（都産技研）、藤井美紅（都産技研）

レイアウト変更で性能劣化しない 自己位置推定技術

情報システム技術部
ロボット技術グループ
中村佳雅

特徴

カメラと2DLiDARを用いて、未知物体と3D点群地図との誤マッチングを防止する自己位置推定技術を開発しました。地図更新負担の軽減やセンサ配置の自由度が向上し、自律走行ロボットをレイアウト変更や人が多い環境に適用しやすくなります。

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るため地図更新が必要

自律走行ロボットは環境地図を事前に作成し、静的に参照することで自己位置推定を行う
利点: 目的地、エリア定義などを事前に作成した地図上の座標で定義が可能
欠点: レイアウト変更が起こると自己位置推定に失敗
なぜか: 環境地図にない未知物体とのミスマッチ

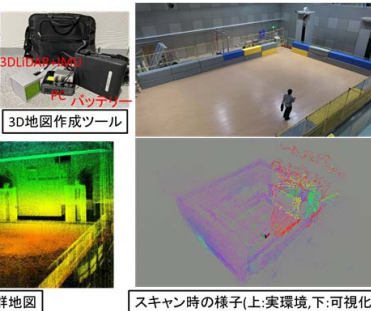
静的地図はユーザーインターフェイスとして重要な動的な環境下で自己位置推定を行いたい

未知物体と静的地図のミスマッチングを防止し、静的地図を常に保持した状態で、一時的な地図更新を行いながら自己位置推定する



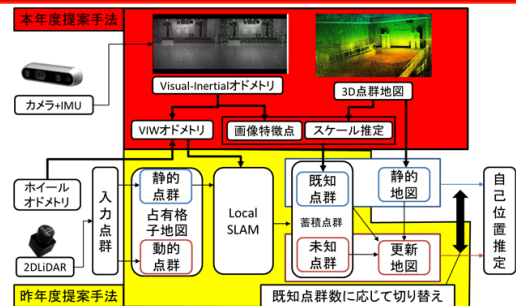
3D点群地図を簡易作成するツールを作成

- 3DLiDARとIMUを用いたLiDAR-Inertial-SLAMで3D点群地図を作成
- センサーを手に持ち、周囲を見渡すように歩くことで作成できる

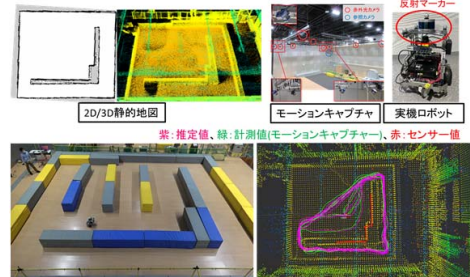


スキャン時の様子(上:実環境,下:可視化)

- 2DLiDARを用いた昨年度提案技術にカメラを追加し3D地図対応
- 3D点群地図との照合によりスケール推定した画像特徴点を、2D点群と融合して既知点群を増やし、未知物体が多い環境に対応



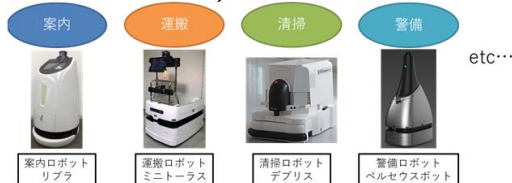
継続的レイアウト変更テスト：4種類のレイアウト変更し位置推定平均位置推定誤差は0.28 m、平均姿勢推定誤差は3.65 度動的環境下で自律走行可能な位置推定精度であることを確認



紫:推定値、緑:計測値(モーションキャプチャ)、赤:センサー値

適用可能な技術分野や製品など

工場や商業施設などのレイアウト変更や人が多い環境で自律走行するロボットなどに適応可能です。開発した技術は、ROS/ROS2でも利用可能です。



研究成果に関する文献・資料

- 中村：AI技術を活用した環境変化検出による環境地図の自動更新, TIRIクロスミーティング2021
- 中村：Local SLAMを用いた環境変化検出による動的な環境下における自己位置推定, 第2回継続学習と知能の創発研究会, 2021年12月

共同研究者 萩原颯人 (都産技研)、武田康司 (都産技研)

期待される効果

- 地図更新時の負担軽減**
レイアウト変更に対応したことで、地図の更新頻度を少なくすることができます。また、手持ち可能な3D地図作成ツールによりロボットを運ぶことなく事前に3D地図作成が可能です。
- 複数ロボット運用への展開**
3D位置推定を行うカメラと2DLiDARのセンサ配置自由度が高く、多くのロボットに適用可能です。本技術により管理する地図が1つで良く、複数ロボット運用が容易になります。

研究員からのひとこと

自律走行ロボットを用いた製品化・事業化に興味のある企業様との共同研究・技術相談をお待ちしております。



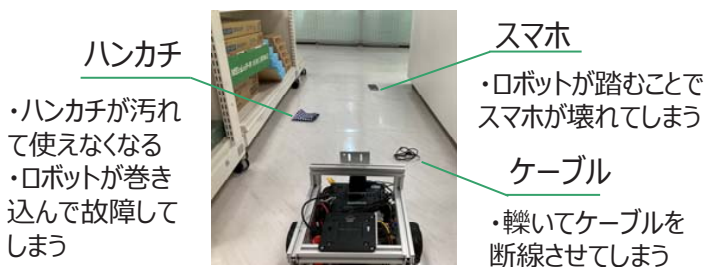
AI技術で誤検出を抑えた 移動ロボットの小物体検出

情報システム技術部
ロボット技術グループ
武田康司

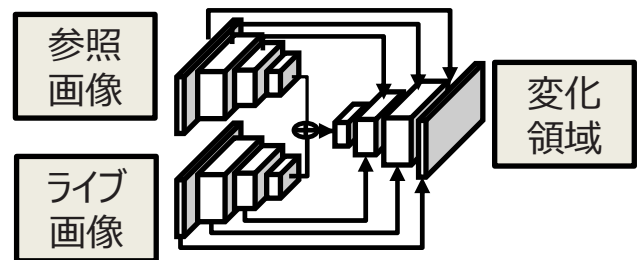
特徴

注視マスクを導入することで、従来よりも誤検出が少ない小物体変化検出技術を開発しました。この技術により、床面の模様が派手であったり強い照明変動がある誤検出が発生しやすい環境でも高い精度の小物体検出が期待できます。

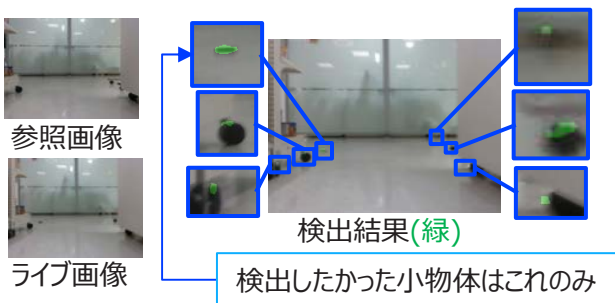
①【背景】ロボットにおいて小物体は重要な検出対象



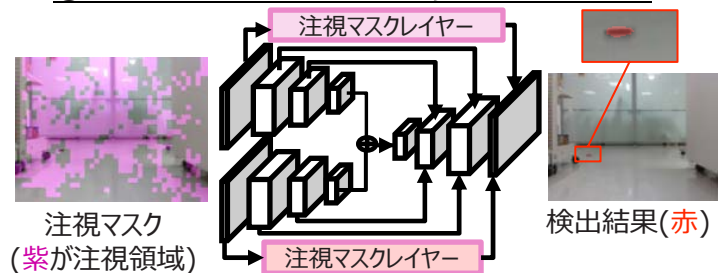
②【既存手法】CNNを使用して小物体変化を検出



③【既存手法の課題】誤検出が多い



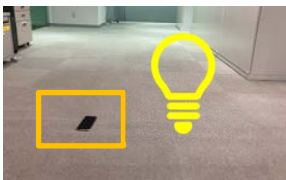
④【提案】小物体の場所を絞り込む注視マスク



注視マスクにより誤検出が減少

適用可能な技術分野や製品など

開発した小物体検出技術は、ロボットの障害物検出、落とし物検出、不審物検出などへの応用が可能です。



落とし物検出



不審物検出

期待される効果

誤検出の抑制

派手な床面や背景が、複雑な環境など誤検出が発生しやすい環境においても、高精度な小物体検出が可能になります。

適用範囲の拡大

訓練時と異なる環境や落ちていた物体が全く異なる場合でも、適用可能な汎用性の高いアプリケーションです。

研究成果に関する文献・資料

- Takeda et al., "Domain Invariant Siamese Attention Mask for Small Object Change Detection Via Everyday Indoor Robot Navigation", IEEE/RSJ IROS 2022.

研究者からのひとこと

ロボットに画像認識AIを実装されたい共同研究企業を募集しています。お気軽にお問い合わせください。



共同研究者 田中完爾（福井大学）、中村佳雅（都産技研）

モバイルマニピュレータを活用した 物体の3次元計測

情報システム技術部
ロボット技術グループ
萩原颯人

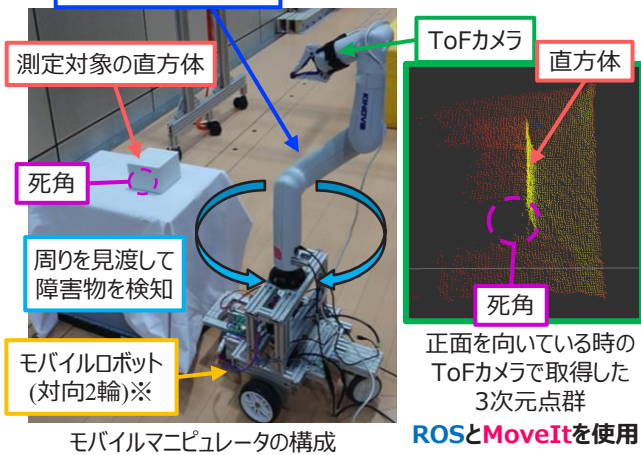
特徴

本研究の目的は、設備の3次元計測の自動化と、死角となる箇所での点群欠損を防止することです。マニピュレータ手先にToFカメラが搭載されており、周辺の障害物を回避しながら対象を計測します。また、多方向からの計測結果の結合も行います。

以下のような設備や場面で活用できる3次元計測

- ・工場、建築現場の点検
- ・老朽化した工場の改築

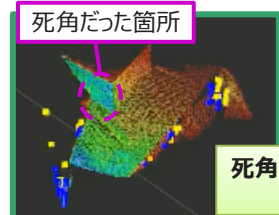
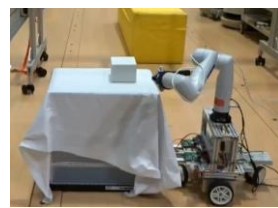
6自由度マニピュレータ



モバイルマニピュレータの構成

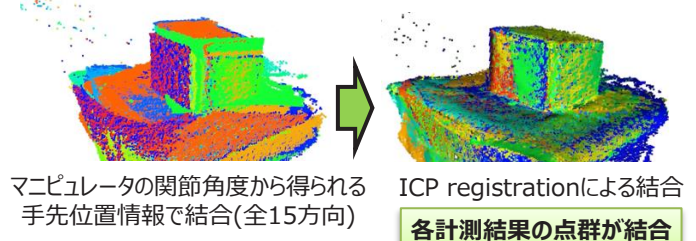
ROSとMoveItを使用

※本実験では、モバイルロボットは動かしておりません。



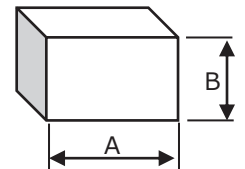
死角を検出して計測

回避しながら死角を計測する様子(全15方向)



直方体に対する測定結果

	A(mm)	B(mm)
直方体の実寸 (ノギス使用)	131	94
結合結果より算出	120.2	99.9
誤差	-10.8	5.9

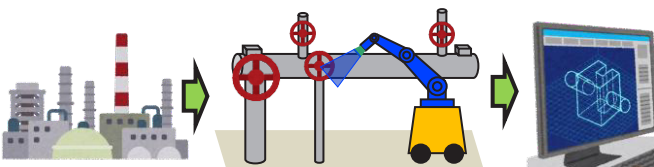


誤差±10.8mm以下

適用可能な技術分野や製品など

本開発は、設備の点検や図面のない設備の改築などへの活用を目指しています。

モバイルマニピュレータを使った計測以外の作業への応用も検討できます。



図面のない設備

3次元点群計測(本開発)

3Dデータ化

研究成果に関する文献・資料

- 萩原颯人 他：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、TIRIクロスミーティング2021
- 萩原颯人 他：モバイルマニピュレータにおけるDeepLabv3+を使用した細長物体への追従制御、SI2021

共同研究者 中村佳雅（都産技研）、山崎芳昭（明星大学）

期待される効果

- **3次元点群計測の自動化**
自動で周辺の物体を計測します。
- **3次元点群計測の欠損を防止**
死角となる箇所を検出して計測します。
- **広域空間の計測**
将来的には、モバイルロボットに搭載する3Dセンサと連携して入り組んだ広域空間でも障害物を回避しながら計測します。

研究者からのひとこと

モバイルマニピュレータ開発を
されたい共同研究企業を募集し
ています。計測以外の作業でも
お気軽にお問い合わせください。

