

多重自律マイクロモビリティのためのハイパーデジタルツイン基盤

芝浦工業大学工学部情報工学科 教授 新熊 亮一
電子情報通信学会フェロー

2023年1月

DESIGN OF SOCIAL INFORMATION NETWORK SYSTEMS

略歴



芝浦工業大学情報工学科教授

- 電子情報通信学会フェロー
- 米国IEEEシニア
- 大阪大学博士 (工学)
- KDDI総合研究所招聘研究員
- **株式会社ハイパーデジタルツイン創業者・取締役**
- Zuva株式会社創業者
- 株式会社Veldt顧問
- 株式会社神戸デジタル・ラボ顧問
- Cross Education Lab 代表ファシリテータ
- **JSTさきがけ研究員 (2018-2022)**
- 京都大学情報学研究科 准教授 (2011-2021)
- **米国WINLAB客員研究員 (2008-2009)**



研究実績 (2023年1月)

- 学術論文: 70、IEEE Network (IF11.29)、IEEE SMC: Systems (IF 13.451、採録率10%)など
- 国際会議: 95、IEEE ICDCS (Core rank A)、IEEE Globecom (Core rank B) など
- 被引用数トップ3: 200、74、59
- ★ 研究費額トップ3: 3.2億円、3億円、1.2億円

産業応用実績 (2023年1月)

- 出願特許: 54 (うち登録18)
- 大学発スタートアップ調達額: 約1億円
- 産業フォーラム会員数: 約80社

体制

➤ 学部生:

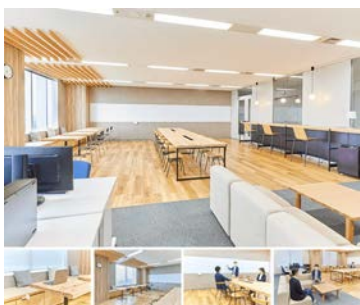
- 4年生11名

➤ 大学院生:

- 修士5名

➤ 連携准教授

准教授Trovato, Gabriele



➤ 研究開発パートナー:

- 株式会社良品計画 (無印良品)
- 日本電気株式会社(NEC)システムプラットフォーム研究所
- 株式会社KDDI総合研究所サイバーセキュリティグループ
- 情報通信研究機構脳情報通信融合研究センター
- 株式会社NTTデータ
- 株式会社エクサウィザーズ
- 株式会社ガイアックス
- Quantum Analytics, inc
- 株式会社LiNew
- WINLAB (USA)
- カタルーニャ工科大学 (スペイン)
- Trinity College Dublin (アイルランド)
- 東京工業大学 西尾理志研究室 など



「スマートシティ」を目指して



✓ スマートシティとは単なるデジタル化ではない。携帯電話からスマートフォンへの革新と似たトランスフォーメーション

✓ スマートシティを支えるサイバーフィジカルシステム:
ロボット、ドローン、自動運転車といった“リアルな”マシンが3Dイメージなどの仮想情報を活用してタスクをこなす

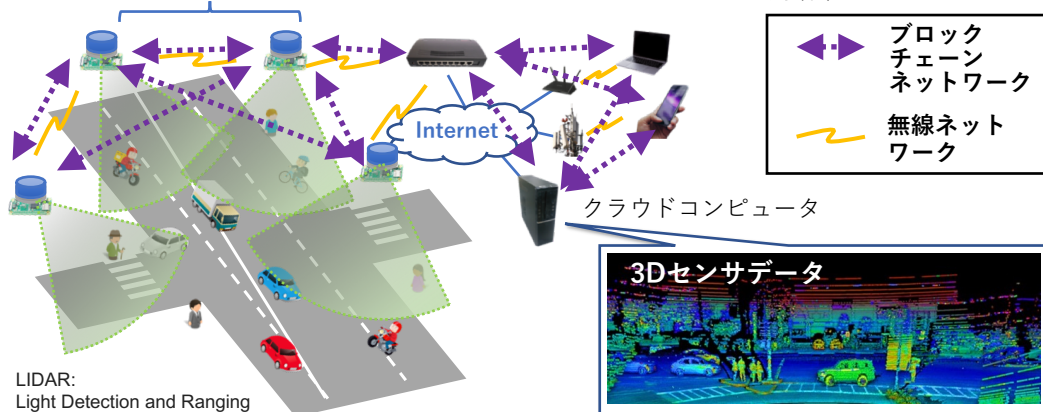


<https://sites.google.com/shibaura-it.ac.jp/nru-sit/>

スマートモニタリングのための3Dセンサネットワーク

- 3Dセンサによる交通流、人流、接点の予測検知
- ブロックチェーンによるセキュアなデータ・機械学習モデルの共有

3Dセンサデバイス エッジコンピュータ モニタリング用端末



屋内でのスマートモニタリング

京都大学
KYOTO UNIVERSITY

研究

桂図書館でLIDARを用いた安全安心なライブラリーの社会実験を開始しました

一般・地域の方

企業・研究者の方

公開日: 2021年05月10日

桂図書館では、2021年4月1日より、LIDAR（光による検知と測距）を用いた安全安心なライブラリーの社会実験を開始しました。本システムソフトウェアは、新熊亮一 芝浦工業大学教授（元・情報学研究科准教授）らの研究グループが開発しました。

本開発は、本学と株式会社エクサウィザーズ、株式会社ガイアックスによるもので、当該技術シーズは国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）の戦略的創造研究推進事業「さきがけ」による研究成果として生み出されたものです。



屋外でのスマートモニタリング

EXAWIZARDS

日本語 | English

お問い合わせ

京都大学と共同で地域課題解決のための実証型研究開発を開始

株式会社エクサウィザーズ(東京都港区、以下エクサウィザーズ)は、新熊亮一 教授(現、学校法人芝浦工業大学(東京都江東区)、2020年度まで国立大学法人京都大学(京都市左京区、以下、京大))らとイメージセンサネットワーク基盤のシステムソフトウェアを開発し、2021年4月1日より社会実験を開始したことをお知らせします。

実証型研究開発について

本システムソフトウェアは、複数台のイメージセンサ(LiDARやカメラ)のデータの統合から、人工知能による予測検知、ブロックチェーンによるデータ保護までをリアルタイムに実行可能にするもので、屋外では自動車や、ロボット、ドローンの自律移動や、屋内では犯罪・事故・三密の予測検知への応用が期待されます。

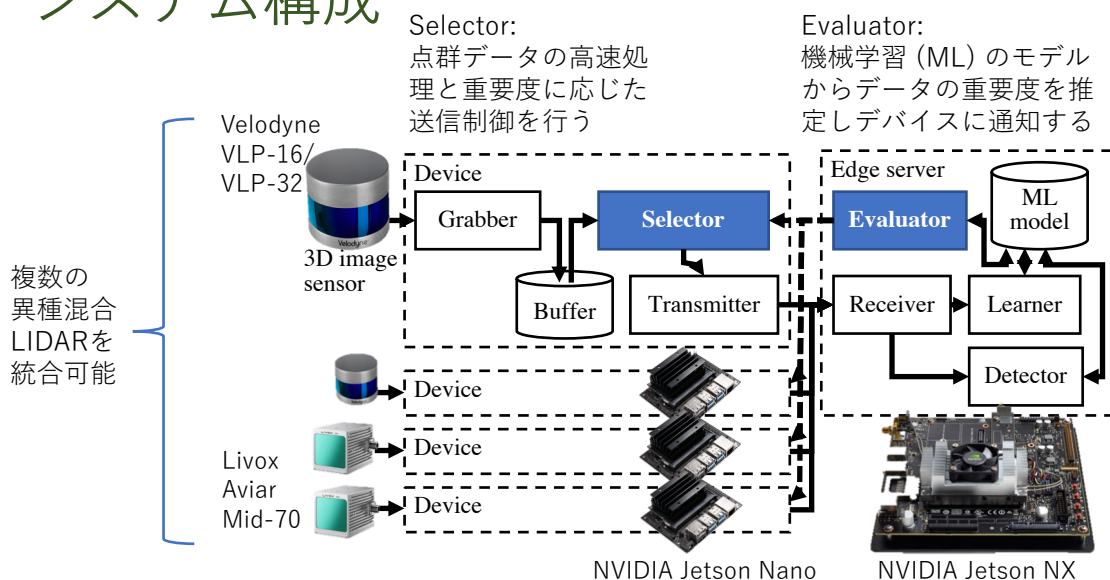
本開発は、主として京都大学、エクサウィザーズ、株式会社ガイアックス(東京都千代田区)によるもので、エクサウィザーズは主にエッジコンピューティング技術を担当しています。当該技術シーズは国立研究開発法人科学技術振興機構(JST)の戦略的創造研究推進事業「さきがけ」による研究成果として生み出されたものです。

今後の社会実験は、京大桂園書館(京都市西京区)や京都リサーチパーク(京都市下京区)などにおいて、国立研究開発法人 情報通信研究機構(NICT)の委託研究「データ連携・利活用による地域課題解決のための実証型研究開発(第3回)」の一環として実施されます。



● LiDAR
設置地点
○ カバー
範囲

システム構成



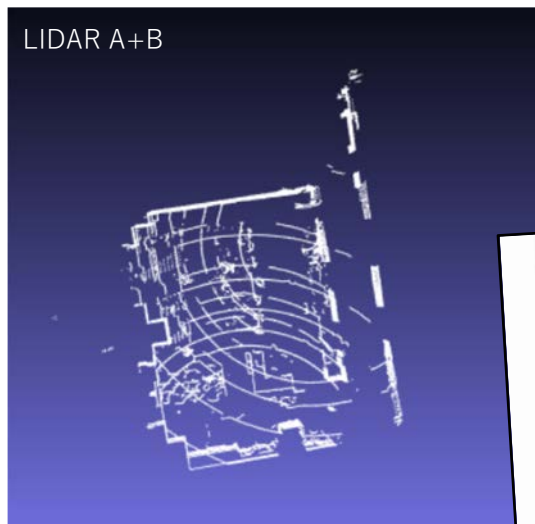
LIDARで取得した研究室の3Dイメージ (頭上からの視点)



LIDAR A

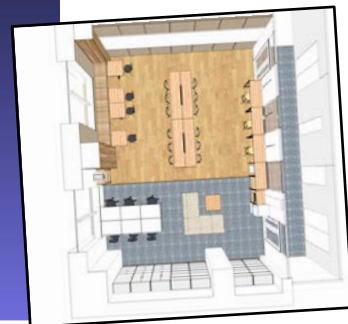


LIDAR B



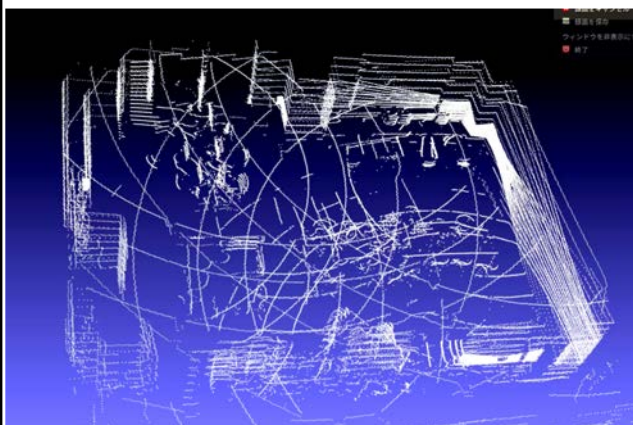
LIDAR A+B

複数のLIDARからのデータをリアルタイム統合することで、カバー範囲を向上し死角も解消



複数・異種LIDARのリアルタイム統合

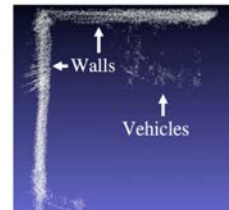
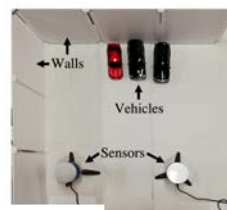
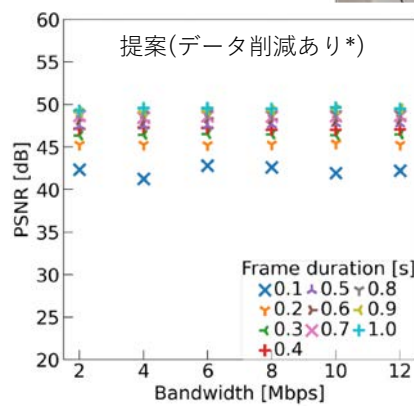
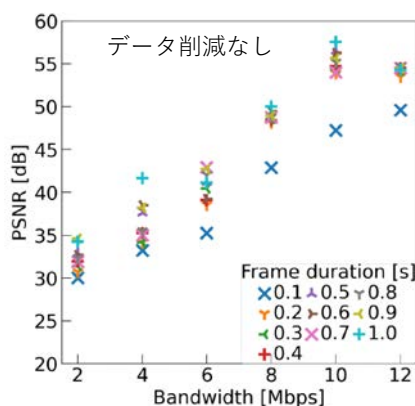
VLP-16x5機統合



VLP-16x2機 + Aviax1機 統合



複数LIDARデータのリアルタイム統合の性能評価



field with 1/24 scale.

(b) Viewer output.

- Frame duration (=データ集約周期) が長いほどデータの質が高くなるが、遅延が大きくなる。
- 提案方式では0.2秒周期で帯域制限が厳しくても十分高いPSNR

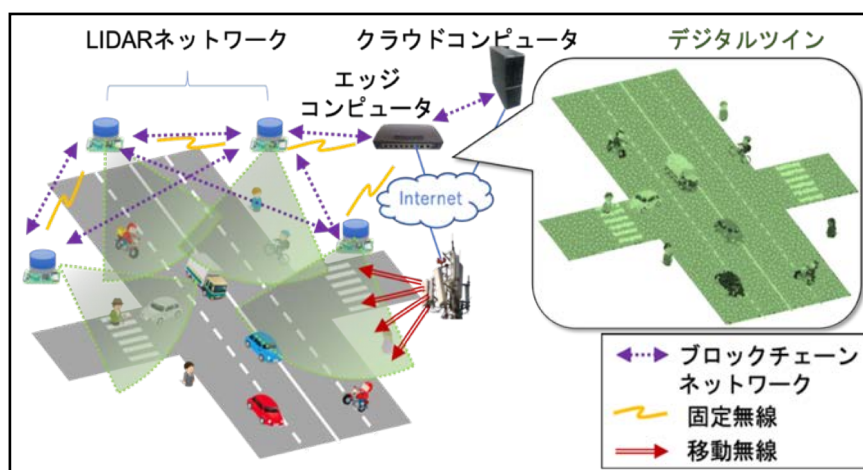
★ 横軸の左ほど通信帯域の制限が厳しい

*重要領域は既知とした

デジタルツインによりセンサレス自律移動を可能にする多重複合センサネットワーク

未来都市に向けて自律移動マシンによる運輸旅客業の革新が期待されるが、センサやAIをターゲットとしたサイバー攻撃により広範囲の災害が引き起こされる恐れがある

→ センサが機能停止の状態でも自律移動を可能にするデジタルツイン(3次元空間情報)を提供する多重複合センサネットワーク



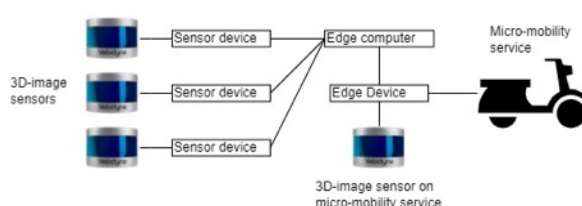
★ システム理工学部 伊東 敏夫 教授、機械機能工学科 廣瀬 敏也 准教授との共同研究

デジタルツインによる二重化

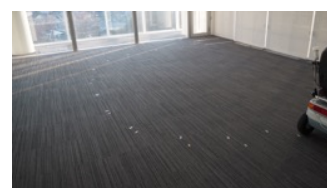
- ① 周辺に固定設置された三次元センサのデータを複数台分集約してスクーターに送信し、スクーター搭載の三次元センサと二重化するシステムを開発した
- ② センサ異常停止時には固定設置された方のセンサのデータで補完し自律走行を持続させた
- ③ 正常時と異常停止時の移動軌跡をマーカーで記録し誤差を測定した



★ 芝浦工業大学が独自開発した自動運転スクーター



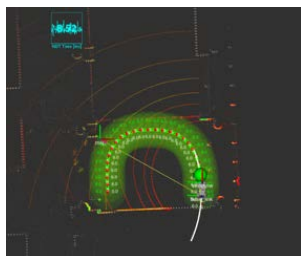
固定センサ・車載センサ二重化システム



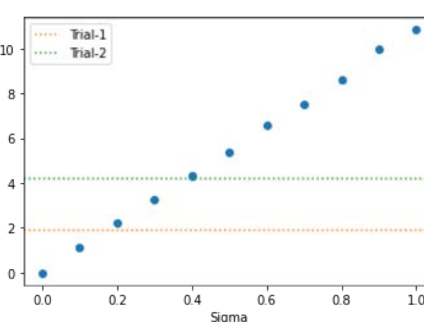
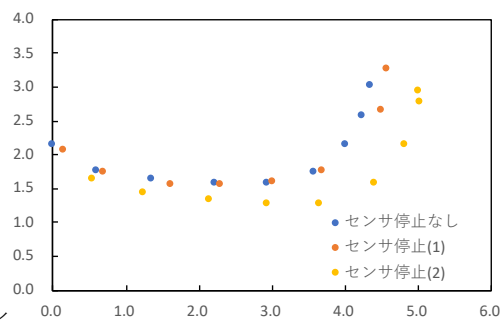
移動軌跡のマーカー

車載センサ異常停止時の自動運転実験

- ① 2022年1月22日の実験で誤差50cm以内におさまった
- ② 2022年2月23日の2回の実験の移動軌跡を記録した
- ③ 横軸を誤差とし、縦軸をDTW(Dynamic Time Warp)で算出した軌道の差を求めたところ、誤差は20cm、40cmに相当した
→ 目標の精度を達成できた。



★ 自動運転ソフトウェアによるスクーターの移動軌跡の可視化



自動運転スクーター（車載センサ正常）



<https://www.youtube.com/channel/UCWL3bgfRNpfdvZZvgl7tLzw/videos>



自動運転スクーター（車載センサ停止）



複数台のセンサレス小型自律走行マシン



まとめ

- スマートシティに向けた取り組み
- スマートモニタリングのための3Dセンサネットワーク
- 屋内外のスマートモニタリング
- 複数LIDARのデータを集約するシステム
- デジタルツインによりセンサレス自律移動を可能にする
多重複合センサネットワーク
- 自動運転スクーターによる実験
- 複数台のセンサレス小型自律走行マシンの実験



発表文献

1. K. Akiyama, R. Shinkuma, C. Yamamoto, M. Saito, Toshio Ito, Koichi Nihei and Takanori Iwai, ``Edge computing system with multi-LIDAR sensor network for robustness of autonomous personal-mobility," IEEE ICDCS Workshop, WISARN 2022, July 2022
2. K. Akiyama, R. Shinkuma, and J. Shiomi, ``Real-time adaptive data filtering with multiple sensors for indoor monitoring," NOMS 2022 Demo Session, April 2022
1. M. Oka, R. Shinkuma, T. Sato, E. Oki, T. Iwai, K. Nihei, E. Takahashi, D. Kanetomo, K. Satoda, ``Spatial feature-based prioritization for transmission of point cloud data in 3D-image sensor networks," IEEE Sensors Journal, 21(20) 23145-23161, Oct. 2021
2. C. Li, R. Shinkuma, T. Sato, and E. Oki, ``Real-time Data Selection and Merging for 3D-image Sensing Network with Multiple Sensors," IEEE Sensors Journal, 10.1109/JSEN.2021.3102749, Aug 2021.
3. R. Otsu, R. Shinkuma, T. Sato, and E. Oki, ``Data-importance-aware Bandwidth-allocation Scheme for Point-cloud Transmission in Multiple LIDAR Sensors," IEEE Access, April 2021



RYOICHI SHINKUMA LABORATORY

Design of Social Information Network Systems

Thank you!