

部 会 報 告

ジック(株)建機・特殊車両向け 衝突軽減システムのデモ見学会報告

機械部会 情報化機器技術委員会

1. はじめに

JCMA 機械部会情報化機器技術委員会では、令和4年度の活動として、令和4年7月20日（金）にジック(株)中野坂上オフィスにおいて建機・特殊車両向け衝突軽減システムのデモ見学会を実施したので、報告します。参加者は事務局を含めて9名でした。

2. 衝突防止システムソリューションの事例紹介とデモの見学

衝突防止システムを構成するジック社の各種センサや衝突防止システムの開発事例を説明いただいた後、オフィス内デモルームにて各種ソリューションのデモを実施いただいたので、以下に概要を紹介する。

(1) 各種センサの説明

- ・センサ：超音波センサ, RADAR, RFID, ステレオカメラ, 2D LiDAR, 3D LiDAR, ToFカメラ
- ・内容：原理, 検出距離, FOV, SICK製品, 特徴, 有効なアプリケーション
- ・センサの特性比較 (図-1)

(2) 衝突防止システムの開発事例の説明

- (a) 小型LiDARを使用した衝突防止システム (写真-1, 2, 図-2)



写真-1 テスト用キット

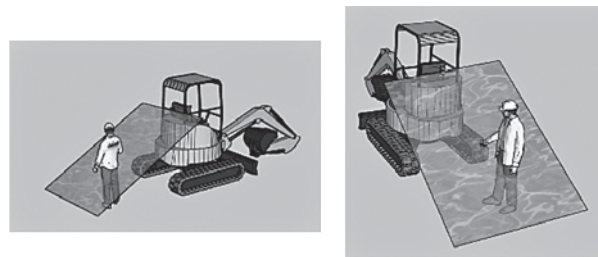


図-2 LiDAR 検出範囲のイメージ

GOOD Normal BAD

	2D LiDAR	3D LiDAR *Solid State LiDAR含	ステレオカメラ	超音波	RADAR	ToFカメラ	RFID
検出範囲	平面	空間	空間	一点 ※検出域は円筒状	空間	空間	空間
検出精度	◎	◎	△	○	△	◎	△
検出距離	~250m	~300m or more	~8m	~8m	~300m	~15m	~10m ※無線免許無しの場合は約3m
夜間での検出	可能	可能	不可	可能	可能	可能	可能
物体識別	×	△	○	×	×	△	△
雨・粉じん・霧などの影響	誤検出の可能性有り ※LiDAR内のFilter機能により、誤検出を軽減することは可能	誤検出の可能性有り ※LiDAR内のFilter機能により、誤検出を軽減することは可能	誤検出の可能性有り	無し ※強風により検出範囲がなびく可能性あり	無し	誤検出の可能性有り ※特に外乱光による干渉	無し
取付調整	取り付け時に多少の調整の必要あり	取り付け時に多少の調整の必要あり	取り付け時に多少の調整の必要あり	取り付け時に多少の調整の必要あり	取り付け時に多少の調整の必要あり	取り付け時に多少の調整の必要あり	調整の手間はほとんどかからない
コスト	数万円~100万円	数十万~数百万円	50万円前後	数万円	10~20万円前後	50万円~100万円	50万円前後

図-1 センサ特性比較表

- ・小型 LiDAR を使用した衝突軽減システムのテスト用キットを開発。

構成：LiDAR, ブラケット, パトライト

実機の任意の箇所に取り付け、動作確認が可能

(b) LiDAR 設定の遠隔操作 (図-3)

- ・検出エリア (3 段階, 16 パターン), 応答速度などの設定変更を遠隔で実施できる。

- ・リアルタイムで検出状況の確認ができる。

(c) 複数のセンサを使用した Fusion システム

- ・LiDAR と RADAR のフュージョン (図-4)

エリアを設定しエリア中の物体のみ検出可能とする。

- ・フュージョンシーケンサ (図-5)

超音波, RADAR, LiDAR など各種センサでエッジ処理された情報を入力し, ロジックにより物体の検出精度を高めることができる。ロジックは外部から設定可能。

周囲環境に対応する最適なセンサの組み合わせや検

出ロジックを検討することを容易にする。

- (d) 反射強度の高い物体のみ検出するシステム (図-6)

- ・反射ベストを着た人のみ, 反射テープを貼った箇所だけなど, 反射強度の高い物体のみ検出する。

- (e) 無線式 LiDAR 警報システム (図-7)

- ・無線送信機と LiDAR を車両の侵入禁止エリアに設置し, そのエリアへの車両の侵入を監視する。

- ・車両には無線受信機とパトライトが搭載され, 車両が侵入エリアに入った場合, LiDAR から車両に送信して, パトライトなどで警報する。

- (f) RFID と LiDAR を使った衝突軽減システム (図-8, 写真-3, 4)

- ・ダンプに LiDAR と RFID 受信器が搭載され, ショ

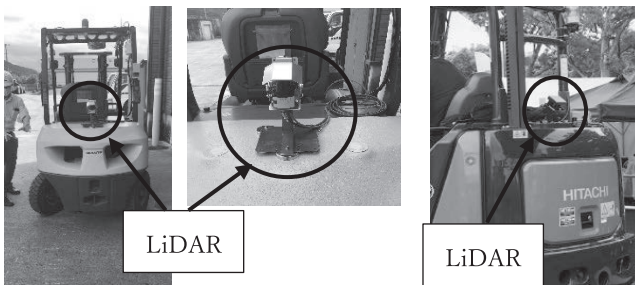


写真-2 テスト用キット実装事例

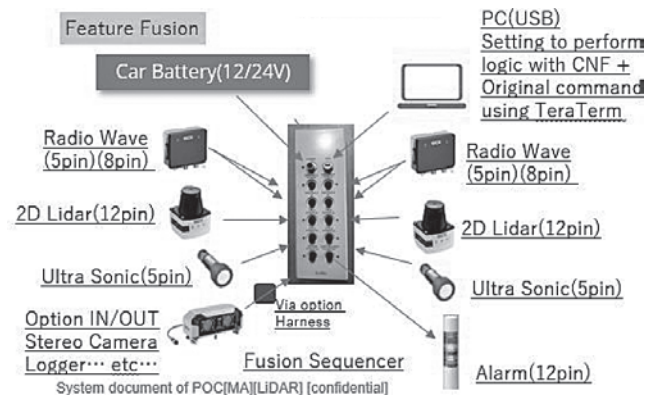


図-5 フュージョンシーケンサの構成例

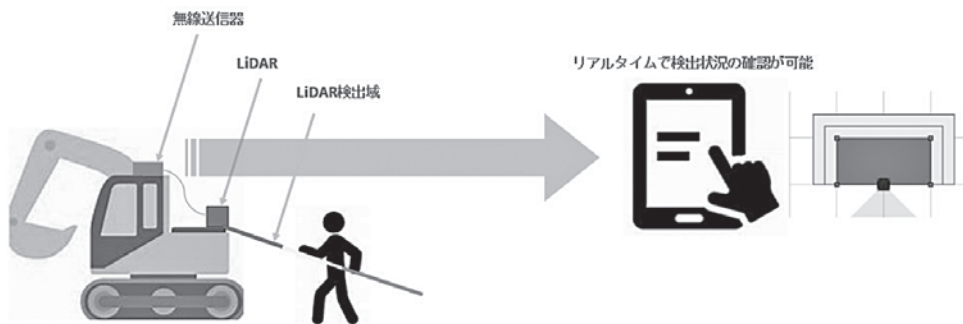


図-3 LiDAR 設定の遠隔操作の構成例

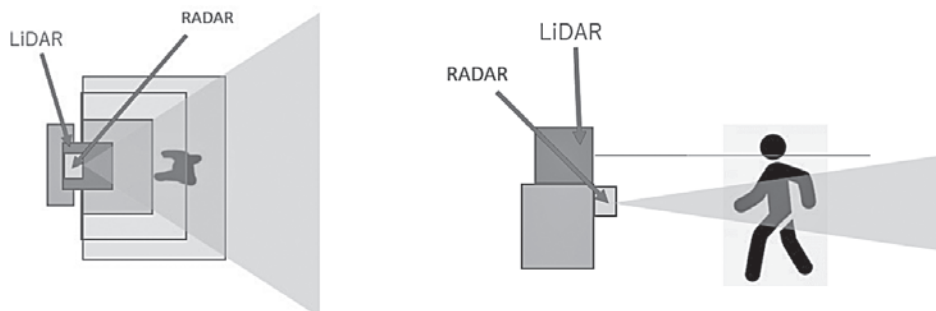


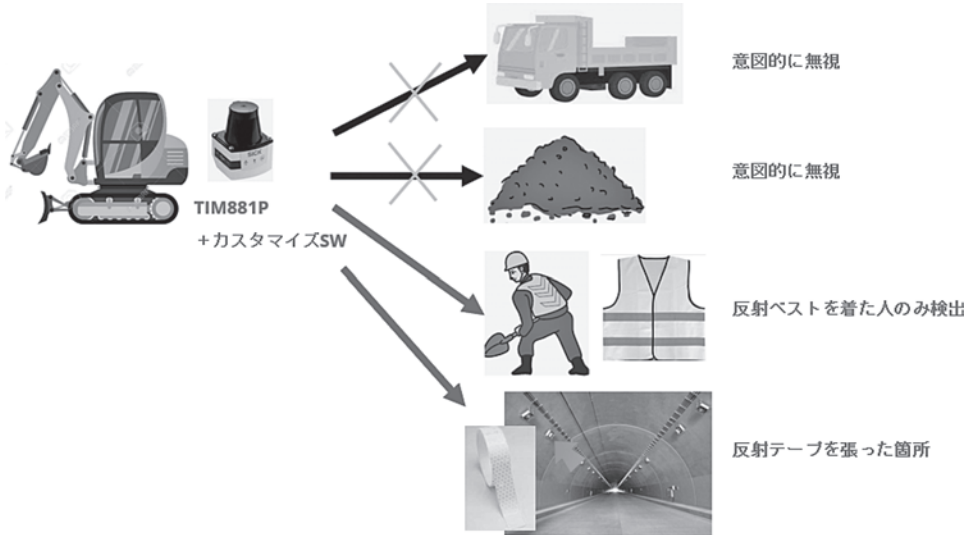
図-4 LiDAR と RADAR のフュージョンの構成例

ベルには RFID タグが装着される。

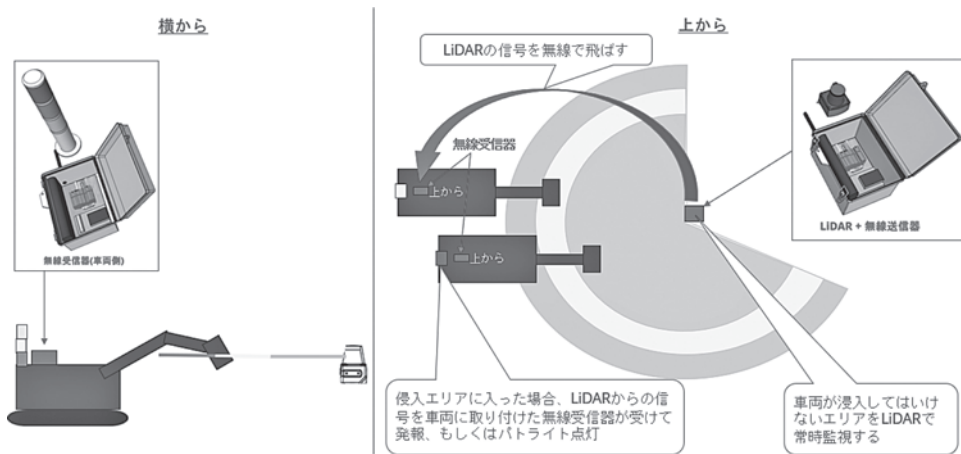
- ・ ダンプとショベルの接近は RFID で検出され、接近した場合のみ LiDAR による検出を行うことで、土砂積み込み時以外の不要な発報を無くせる。
- ・ RFID の検出距離は、電波出力により、免許が不要

な 250 mW で約 3 m, 免許が必要な 1 W で約 10 m であり、このシステムでは 1 W が必要。

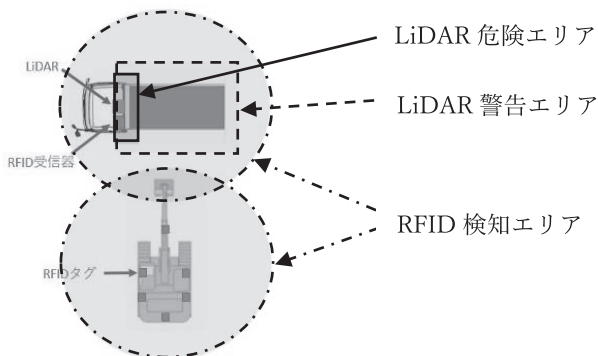
- ・ RFID タグは 7 個必要。(ブームとアームの左右両面に計 4 個, ボディの左右両面に計 2 個, キャブの前方に 1 個)



図一六 反射強度の高い物体のみ検出するシステムの構成例



図一七 無線式 LiDAR 警報システムの構成例



図一八 RFID と LiDAR を使った衝突軽減システムの構成例



写真一三 LiDAR と RFID 受信器のダンプ実装事例



写真-4 RFID タグ (7箇所) のショベル実装事例

(3) 衝突軽減システムのデモ

(a) 模型ショベルによる周囲衝突軽減システム (写真-5)



写真-5 模型ショベルによる周囲衝突軽減システムのデモ風景

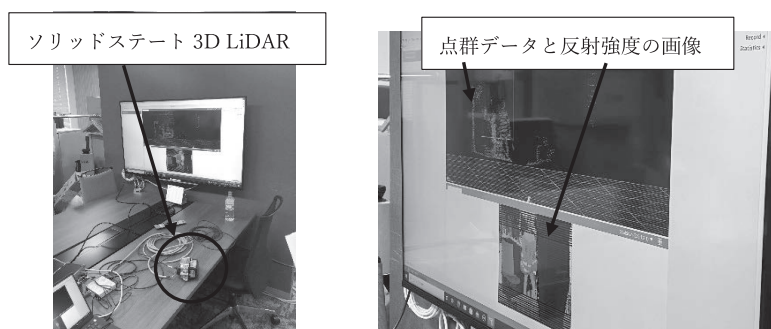


写真-6 ソリッドステート 3D LiDAR のデモ風景

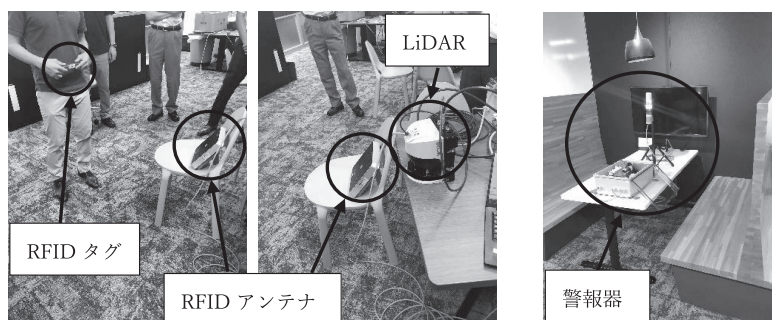


写真-7 RFID と LiDAR による物体検出システムのデモ風景

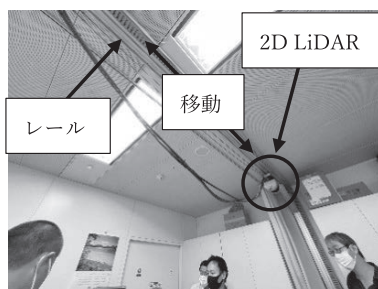
- ・作業機の傾斜センサにより作業機の状態を判定し、作業機に合わせて検出エリアを動的に変更し、LiDAR と超音波センサによりエリア内の物体のみ検出するデモ。
- (b) ソリッドステート 3D LiDAR (写真-6)
- ・3次元スキャンしたデータをPCで処理した点群データと反射強度の画像に表示するデモ。
- ・点群データが多いので処理能力の高いコントローラが必要で、FOV に制限はあるが、可動部がないので車載用途向きではある。
- ・数年後には数量によっては10~20万円程度の価格が見込めるとのことで、車載用途としての普及が期待できる。
- (c) RFID と LiDAR による物体検出システム (写真-7)
- ・RFID タグが検出範囲内にある時のみ LiDAR で物



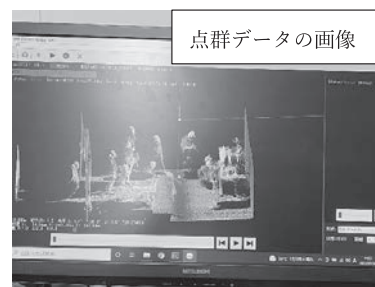
写真一8 センサフュージョンシステムのデモ風景



写真一10 当日の集合写真



写真一9 プロファイリングシステムのデモ風景



体を検出して警報するデモ。

- ・電波出力差による検出距離は、オフィス内の閉空間では出力を高めると（250 mW → 1 W）保管してあるRFIDタグにも反応していたので、検出距離の明らかな違いが確認された。
- (d) ミリ波レーダ、超音波、LiDARによるセンサフュージョンシーケンサ（写真一8）
- ・超音波センサ、RADAR、LiDARをシーケンサに接続して物体の検出をパトライトに出力するデモ。
- (e) 2D LiDARを使った3Dのプロファイリングシステム（写真一9）
- ・2D LiDARを移動しながらスキャンしたデータから3Dの点群データを生成するデモ。
- ・GNSSと組み合わせることで位置情報も付加できる。

3. 所感

建設現場の生産性、安全性向上の要求は高まっており、ICTの活用は急速に進んでいる。

今回見学させていただいた衝突防止ソリューションは、最先端のICTを活用したシステムであり、建設現場の安全性向上に有効な実現手段になり得ることを感じた。

建設現場の環境は、降雨、降雪、粉塵、外乱光など物体の検出に影響を及ぼす要因が多いので、それらの影響による誤検出を減らし検出精度を高める課題がある。センサフュージョンは環境による影響を軽減し確実性の高い衝突防止システムの実現が期待できるソリューションであるので、動向を見守っていきたい。

謝辞

コロナ禍で感染が拡大している中、ジック(株)の皆様には当委員会を快く受け入れていただき、最先端の衝突防止ソリューションの事例紹介やデモを体験させていただきましたことに心より感謝し、厚く御礼申し上げます。

JICMA

【筆者紹介】

白塚 敬三（しらつか けいぞう）

コマツ

開発本部 ICTシステム開発センタ

主幹技師

（一社）日本建設機械施工協会 機械部会

情報化機器技術委員会 委員長

