

愛知発明賞

「後方作業者検知運転支援システム」 (特許 第 7459716 号)

水城 琢 株式会社豊田自動織機 トヨタL&Fカンパニー SC開発部
SC開発第三室 室長
久保谷 岳央 株式会社豊田自動織機 トヨタL&Fカンパニー ES開発部
ES開発第二室 S1グループ ワーキングリーダー
五十嵐 智也 株式会社豊田自動織機 トヨタL&Fカンパニー 製品企画部
技術企画室 企画グループ 主担当員

① 応募発明等の概要

近年の電子商取引の普及(図1)に伴い、荷物の運搬量が年々増加しており、物流現場では大量の荷物を捌くために作業効率の向上が求められる。一方で人手不足が進行しており、熟練したフォークリフト運転手(運転手)の確保が難しい状況にある。作業効率と安全な作業環境とは概して背反関係にある。例えば、安全性を確保するために、フォークリフトに過多の障害物センサ等を取付けば、不必要な停止や減速を招いてしまい、作業効率の低下につながってしまう。運搬量の増加による作業スペースの高密度化や、人手不足の中で短納期作業への対応が求められることが、課題をさらに複雑化している。

本発明は、カメラ検知を活用した新たな運転支援システムに関するものであり、作業効率の向上と、安全な作業環境との高いレベルでの両立に貢献するものである。

② 従来発明等の課題と開発ニーズ

フォークリフトに関連する災害は、「挟まれ・巻き込まれ」及び「激突され」が、事故全体の約60%を占めている(図2)。これらの事故の多くは、後進走行中に発生している。後方の人や障害物を検知する技術として、カメラ、ミリ波レーダまたはタグを用いた検知システム(図3)などが知られている。しかし、これらのシステムは単に人や障害物を検知し、音やランプで運転手に通知するのみで、停止や減速は運転手の操作能力に依存する。そのため、この方法ではヒューマンエラーの抑制が困難という課題がある。ヒューマンエラーを抑制すべく、例えば人車分離といった運行ルールを厳格化すれば、フォークリフトの作業性を損なわせることになり、作業効率が低下してしまう。

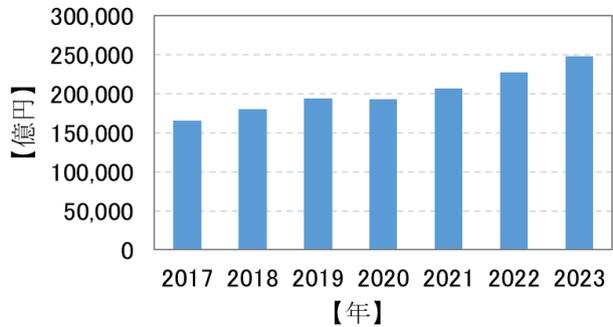


図1 国内電子商取引市場規模

出典：経済産業省令和5年度電子商取引に関する市場調査

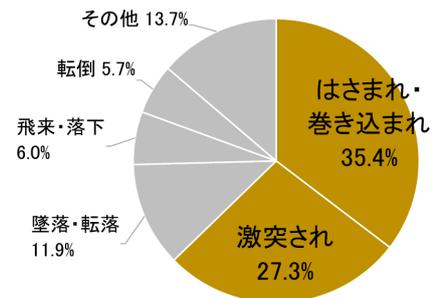


図2 事故型別割合

2019-2023年の5年間平均
出典：厚生労働省 労働災害統計データ



図3 障害物検知

③ 応募発明等の特徴

本発明は、カメラ検知を活用した後方作業者検知運転支援システム（図4）に関するものであり、AI技術（機械学習）を活用して物体を人と障害物とに識別し、作業環境に合わせて走行速度や発進を自動的に制御※することにより、作業効率の向上と、安全な作業環境との高いレベルでの両立に貢献するものである。



図4 後方作業者検知運転支援システム“SEnS+”

フォークリフトには、後方の物体を検知するカメラと制御装置とが備えられ、カメラが自動減速エリア内（図5）に物体を検知した場合、制御装置

は車速上限値を設定して自動的に車速を落とす。車速上限値は、物体がフォークリフトの予想軌跡内に検知される場合は、予想軌跡外に検知される場合に比べて小さく設定される。これにより物体が予想軌跡外に検知される場合に車速を落とすことが抑制され、作業効率を向上させる。また物体が人か障害物かをAI技術を活用して識別し、特に物体が人である場合には車速上限値を障害物である場合に比べて小さくし、フォークリフトの近傍に人が位置する場合には車速上限値をゼロに設定する（図6）。これにより後方の作業者の安全性を向上させる。特に、停止状態からの発進において、自動減速エリアのうちフォークリフト近傍に物体を検知している場合は、車速の上限値をゼロに設定する停止制御により、アクセルペダルが操作されても不意に発進しない。停止制御中にアクセルペダルのオフ条件が満たされた場合に限り、停止制御は解除される。物体自体の移動や徐行による回避操作によって、発進を制限する範囲から物体が外れれば、通知態様の変化により運転手に通知され、車速の制限は解除される。その後、通常のアクセル操作を行えば発進可能となる（図7）。これにより停止状態でフォークリフトに人が接近した場合の衝突回避をサポートする。

本発明による支援システムは、既に販売されたフォークリフトにも搭載可能としており、安心で効率が高い作業環境の構築に向けて、物流現場のニーズに対しスピード感をもって対応できるものとなっている。

※本システムは自動停止する機能ではなく、車両を停止させるためには、運転手による減速/ブレーキペダル操作が必要

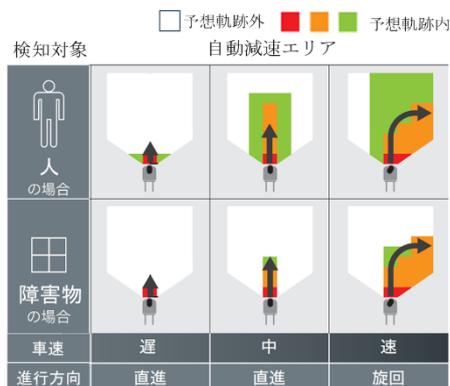


図5 自動減速エリア



図6 車速上限値の設定

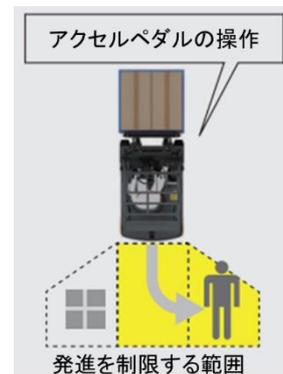


図7 停止制御