

駅サービスロボットの実現に向けて (ロボットの自律移動を支援する駅クラウドシステムの研究)



斎藤 武*¹



佐久間 賢*¹



三田 哲也*²

Toward Realization of Service Robots Working in Train Stations (A Study of Sensor-Cloud System That Allows Autonomous Locomotion to Robots in Stations)

Takeshi SAITO*¹, Ken SAKUMA*¹ and Tetsuya MITA*²

*¹ Researcher, Frontier Service Development Laboratory, Research and Development Center of JR EAST Group

*² Chief Researcher, Frontier Service Development Laboratory, Research and Development Center of JR East Group

Abstract

In recent years, demands for task automation of station services, which require human hand, are increasing with decreasing of productive-age population. In order to rationalize or automate these tasks such as passenger guidance, cleaning, security, carrying and the rest, which involve movement, robot technology about autonomous locomotion is required. However it looks difficult to realize it only with current robot technology. For this reason, the prototypes of the Sensor-Cloud Systems, which compose of sensors, implemented on stations and cloud system, which gathers sensor's data, and provide station congestion information to robots has been developed and tested in model station with prototype robot. As a result of our PoC test, the prototype robot has been successfully connected to cloud system and avoided congestion on its path planning with the help of congestion information provided by Sensor-Cloud System.

●**Keywords:** Robotics, Autonomous locomotion, Sensor-Cloud System, Congestion Avoidance

1. はじめに

お客さま案内をはじめ、清掃、巡回警備、運搬作業など、駅構内のサービスの多くは人手に支えられている。近年の生産人口減少により、これら作業の多くは一人あたりの負担が増大しており、サービスレベルの維持向上を目指す当社にとって、作業の合理化が重要な課題となっている。一方で、近年のICT技術、とりわけセンサ技術や人工知能分野の急速な技術発展に伴い、様々なサービスロボットの実用化への期待が高まっている。実際にコミュニケーション型のロボットは複数の実用例が出ているほか、自律移動型ロボットの開発事例も多くみられるようになった。

こうした駅構内作業合理化への期待と、ロボット技術のめざましい発展を背景に、JR東日本グループは2017年7月に駅サービスロボットの開発・導入を加速させることを目的とした有限責任事業組合「JRE ROBOTICS STATION, LLP」を設立した。今後JR東日本グループは、駅サービスロボットを広くあまねく集め、駅で実証実験を重ねていくことにより、ロボットの早期の利活用を目指していく。

JR東日本研究開発センターでは、これに先んじて歩行者が多数存在する駅構内で、自律移動型ロボットをより安全に、合理的に活用するためには、ロボットの技術的發展を待つだけではなく、駅からロボットの自律移動を支援する仕組みが必要であると考え、これを実現するための研究開発を行ってきた。本稿ではこの取り組みについて紹介する。

2. 研究開発概要

2・1 駅クラウドシステム

多くの歩行者が行き交う駅構内で自律移動型ロボットを利活用するためには、歩行者との衝突や流動阻害を起こさないようにすることが不可欠である。現在の自律移動型ロボットの多くは搭載されたセンサで周辺環境や歩行者を把握する機構を備えているが、その知覚範囲は限定的であり、死角から現れた歩行者との接触や、ロボットが対処不能な混雑エリアに侵入してしまい歩行流動を阻害してしまう恐れがあるため、自律移動型ロボットの駅構内活用はロボット技術だけでは実現が難しい。これを避けるために、駅設備に改良を施し、ロボットの専用エリアを設ける方法なども考えられるが、駅改修に大きなコストがかかる上、駅の運用上も大きな制約ができてしまうため得策であるとは言い難い。

そこで、筆者らは自律移動型ロボットを情報面で支援する仕組みについて検討した。ここで考案されたのが、歩行者を検出するセンサ群を駅施設に敷設し、センサから得られた歩行者データを上位サーバ上で統合処理することによって、駅構内全体の歩行者分布、混雑状況をリアルタイムに把握し、ロボットに混雑情報を伝送するシステム(以下、駅クラウドシステム)である(図1)。

歩行者をセンシングする手法のうち、すでに実際に駅構内で使用実績のあるものには、主に次の3タイプがある。1つ目は赤外線センサを用いて、歩行者の頭上から人の頭部及び体の形状を検出し、歩行者を同定するもの(以下、赤外線方式)、2つ目はビデオカメラによって、人の全身もしくは上半身の形状から歩行者を同定するもの(以下、ビデオカメラ方式)、そして3つ目は床に設置された測距センサにより、歩行者の足首を捕捉してその動きから歩行者を同定するもの(以下、測距センサ方式)である。これらセンシング技術によって得られた歩行者の位置や混雑エリアをロボットに通知することで、死角に存在する歩行者や混雑エリアに対してロボットが近づかない判断をすることが可能となり、前述した課題を回避することができる。

この駅クラウドシステムの実現可能性と、ロボットへの自律移動支援の効果を検証するために、駅サービスロボットと駅クラウドシステムを試作し、概念実験として相互を接続させたロボットの走行試験を行った。

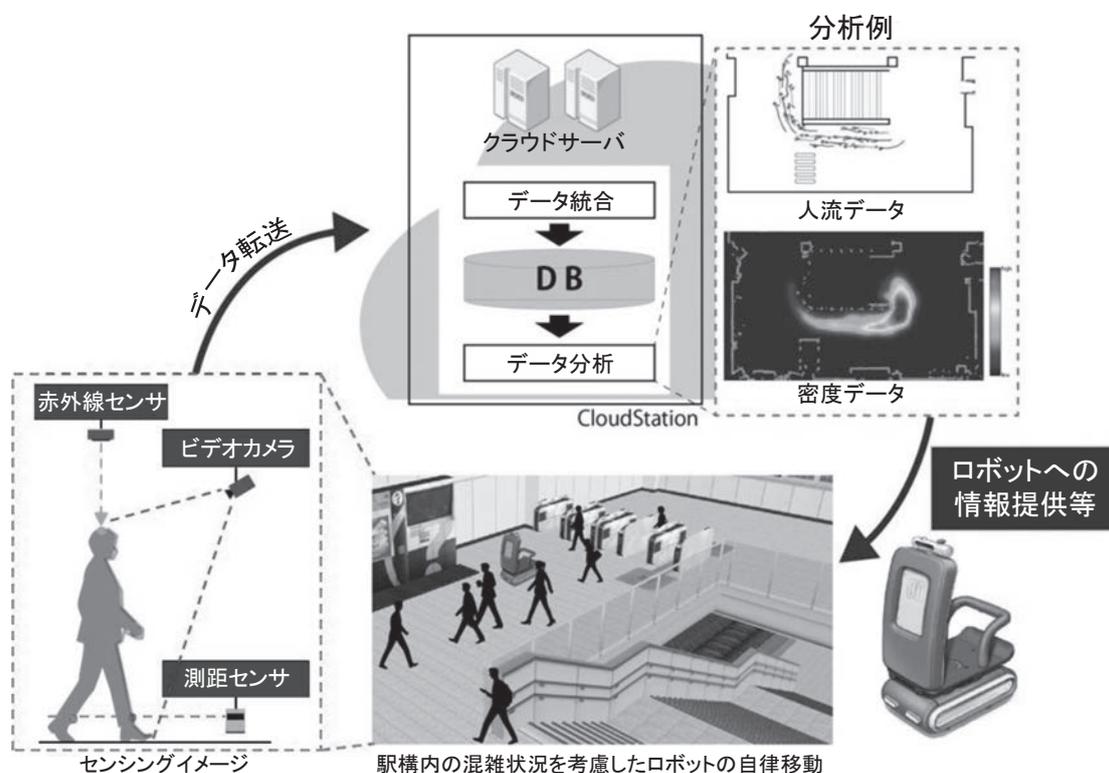


図1 駅サービスロボットを支援する駅クラウドシステム

2・2 駅クラウドシステムの試作と実装

駅クラウドシステムの試作にあたって、センシング方式の選定を行った。赤外線方式は、駅への実装も容易で、歩行者検出の精度・安定性も高いため、将来の実装候補としては有力である一方、そのセンシング範囲が狭いことから主に歩行者の通過人数をカウントする用途に使用されており、駅全体の混雑エリアを把握することが困難なため、システムのコンセプトを確認することが目的の今回の実証実験では不採用とした。ビデオカメラ方式と測距センサ方式は、センシング範囲も広く今回の実験を容易に再現できるため採用とした。

選定した2方式を、駅空間を模擬した“Smart Station実験棟”に実装した。死角が発生しないようにセンサ実装設計し、図2に示す通り、測距センサを6台、ビデオカメラ3台配置した。

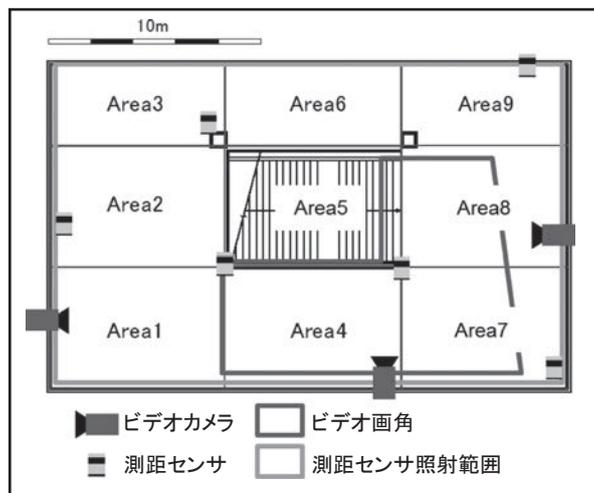


図2 Smart Station実験棟のコンコースに敷設されたセンサの概略図

2・3 駅サービスロボットの試作

実験に用いる駅サービスロボットを試作した。ロボットは周辺形状と進行方向前方の歩行者の検出機能を有し、目的地までの自動経路計画と自律移動、障害物と歩行者の衝突回避機能を備える(図3)。

<p>試作したロボットの外観</p>	<p>周辺形状検出と経路計画</p>
<p>駅サービスロボット試作機の概要</p>	
<ul style="list-style-type: none"> •ロボットコンセプト: 荷物運搬・案内ロボット •外寸: 全長972mm、全幅682mm、全高1,295mm •実験時の走行速度: 1.0m/s •測距センサで周辺形状を水平360°約10m先まで検出し、目的地までの経路作成と自律移動する。また、上下角48.6°×左右角62°のRGBDセンサで前方を約5m先まで人物を検出し、衝突を回避する。 	<p>RGBDセンサによる歩行者検出</p>

図3 実験に使用した駅サービスロボットの試作機

3. 実証実験

3・1 実験概要

駅クラウドシステムに接続されたロボットの経路計画の合理性に関する概念実験として、Smart Station実験棟において以下の条件下におけるロボットの走行試験を行った(図4)。

- ・ロボットは与えられた目的地まで自律的に経路を選択し移動する。
- ・出発地点から目的地までの最短経路上を歩行者群が通過する。
- ・駅クラウドシステムからの混雑通知がある場合とない場合の走行実験を行う。
- ・ロボットは混雑状況によって進路を変える機能を有する。

3・2 実験結果

3・1の走行実験について、ロボットの出発地点と目的地、歩行者の歩行経路を変えて実験を繰り返した。このうち、駅クラウドシステムからの混雑通知を受けた場合と受けなかった場合で最も顕著な違いが発生した結果を図5に示す。試作ロボットを駅クラウドシステムに接続せずに走行させた場合、Area3付近で歩行者流動を阻害してしまった一方で、試作ロボットを駅クラウドシステムに接続し混雑通知を与えた場合は想定通りに移動経路を変更させ、歩行者群を回避して目的地に到達することができた。

今回試作しSmart Station実験棟に実装した駅クラウドシステムでは、各センサから歩行者を検出し、それらを統合して駅全体の混雑情報としてロボットに配信するまでに2秒ほどの情報遅延が発生した。この結果、ロボットが走行中に死角から飛び出す歩行者に反応できないなど、課題も見受けられた。今後は情報遅延の短縮方法や、混雑情報の情報遅延がもたらす影響を加味した駅クラウドシステムとロボットの連携方法を検討する必要がある。



図4 走行試験の様子

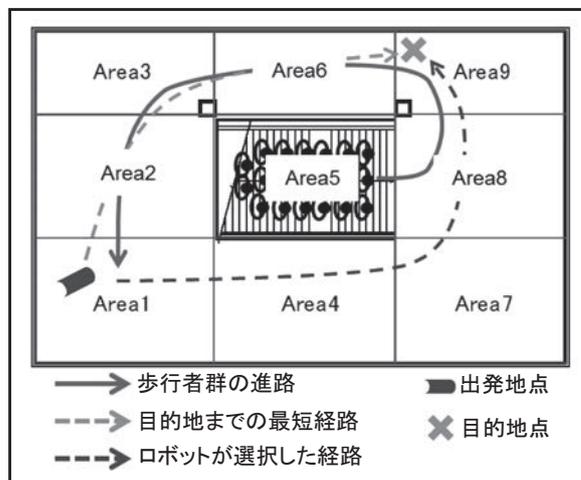


図5 混雑情報通知によるロボットの経路変更

4. おわりに

本稿では、駅サービスロボットの自律移動を支援する駅クラウドシステムを紹介した。駅構内作業合理化の期待が高まるロボットの実用化を加速させるために、ロボットを利活用する環境側のインテリジェント化も一つの重要な鍵となりうることを示すことができた。今後は、本稿で示した成果を実用化に向けて高度化、一般化させることに注力するとともに、様々なロボットを駅構内で安全に活用できるようにするため、ロボットの駅構内利活用ルールの体系化にも力を注ぎ、人とロボットが共生しサービス品質を維持向上させられる空間づくりを目指していく。