

既設エレベーター向けロボット連携

Elevator Call System with Robot for Existing Elevators

*三菱電機ビルソリューションズ株

要 旨

三菱電機ビルソリューションズ株(MEBS)は、エレベーターとロボットを連動させるために、スマートシティ・ビルIoT(Internet of Things)プラットフォーム(以下“Ville-feuille(ヴィルフィーユ)”⁽¹⁾という。)を活用した、エレベーターのロボット連携機能を2020年に発売した。Ville-feuilleとエレベーターは、エレベーター制御盤用インターフェース装置(以下“ELSGW”(Elevator Security Gateway)という。)を使用して通信する構成になっている。しかし、既設の古い機種のエレベーターは、ELSGWへの通信機能を持っていないため、物件ごとに特殊設計で対応する必要があり、ロボット導入のハードルになっていた。そこで古い機種のエレベーターでのロボット移動のニーズに対応するため、古い機種のエレベーターとの通信を可能にしてロボット連携機能の導入を円滑にするシステムを新たに開発した。

1. ま え が き

少子高齢化などを背景に、ビル管理業界でも労働力不足が課題になっているため、警備・清掃などの業務をサービスロボットで代替する動きが加速するなど、業務の省人化が求められている。一方、ビル管理業務の省人化に向けてサービスロボットを有効活用するには、ロボットが自律的にビル内を移動できる環境の実現が不可欠になる。MEBSは、設備やシステムを有機的に連携させ、ビルの全体最適を実現するためのVille-feuilleを開発し、ビル運用支援サービスの発売をしている。

Ville-feuilleでエレベーターとロボットを連携するには、ELSGWを介して通信する機能がエレベーター側に要求される。しかしながら、既に設置されている古い機種のエレベーターにはこの通信機能が備わっていないため、代替としてI/Oコンバーターを介しての入出力接点での対応になる。そのため、エレベーター側に入出力(I/O)基板の実装、多くの配線等、追加機器が多くハードウェアとして大きな変更が必要になる。ハードウェアに合わせてソフトウェアも大幅な変更が発生するため、既設のエレベーターに対するロボット連携機能の導入を阻害する要因になっていた。

この課題を解決するために、I/Oコンバーターを介しての入出力接点を使用する方式(I/Oコンバーター方式)に代わる手段として、プロトコルコンバーター(プロコン)を介して通信するシステム(プロコン方式)を開発した。

本稿では、ロボット連携(図1)の機能、I/Oコンバーター方式とプロコン方式を比較するとともに、ニーズや用途に合わせた二つのロボット連携機能“ロボット専用運転”と“人とロボットの同乗運転”について、その特徴を述べる。

ビル設備や人とつながり、
人とロボットが共存するビル、そして都市へ



図1. ロボット連携

2. ロボット連携の機能

Ville-feuilleを活用したロボット連携は、シームレスな連携によってエレベーターとロボット連携機能を実現する。乗車部分を抜粋した機能イメージを図2に示す。

- (1) ロボットから自分の位置情報(出発階)を提供、配車(行き先階含む)を要求する(図2①)。
- (2) Ville-feuilleからエレベーターを出発階へ配車させ、行き先階の呼びを自動登録する(図2②)。
- (3) エレベーターからVille-feuilleへ出発階の乗場に到着し戸開している状態を送信する(図2③)。
- (4) Ville-feuilleからロボットへ乗車指示を出す(図2④)(ロボットが乗降する際は、戸開状態を保持して安全にサポートする)。
- (5) ロボットがエレベーターに乗車完了したら、戸閉して行き先階へ走行する。
- (6) エレベーターからVille-feuilleへ行き先階の乗場に到着し戸開している状態を送信する。
- (7) Ville-feuilleからロボットへ降車指示を出す。

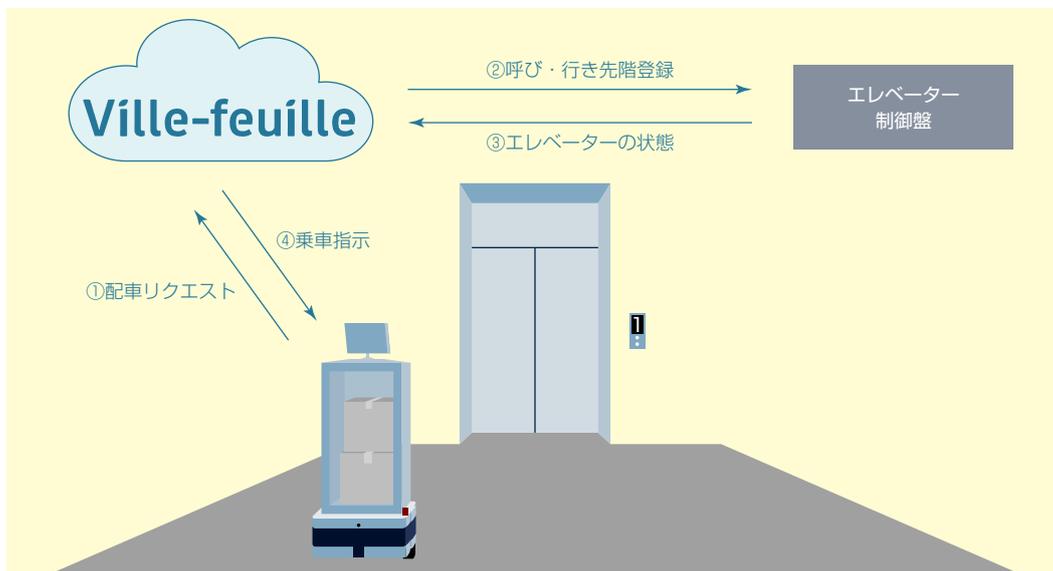


図2. Ville-feuilleを活用したロボット連携(乗車部分)の機能イメージ

3. I/Oコンバーター方式とプロコン方式の比較

3.1 システム構成

I/Oコンバーター方式とプロコン方式ではエレベーターとIoTGW(Internet of Things Gateway)(インターネット経由でVille-feuilleクラウドサーバーとエレベーター間の通信を変換するルーター装置)間の接続が図3のように異なる。I/Oコンバーター方式からプロコン方式へ変更になることで、制御盤からELSGW-R(Elevator Security Gateway for Robot)の配線が大幅に削減可能になっている。

3.2 特徴

I/Oコンバーター方式とプロコン方式の特徴について表1に示す。ELSGW-Rは、IoTGWに対してELSGWと同様のインターフェースを提供する役割を果たす。制御盤に実装されるプロコンは、ELSGW-Rと既設エレベーターとの通信のための共通のインターフェースを提供する役割を果たす。これらの通信制御機器の開発によって、既設でも物件によらず、エレベーター外部及びエレベーター内部に共通の機能を提供することが可能になり、物件ごとに必要とされていた特殊設計が大幅に削減されることで、ロボットの導入が容易になった。

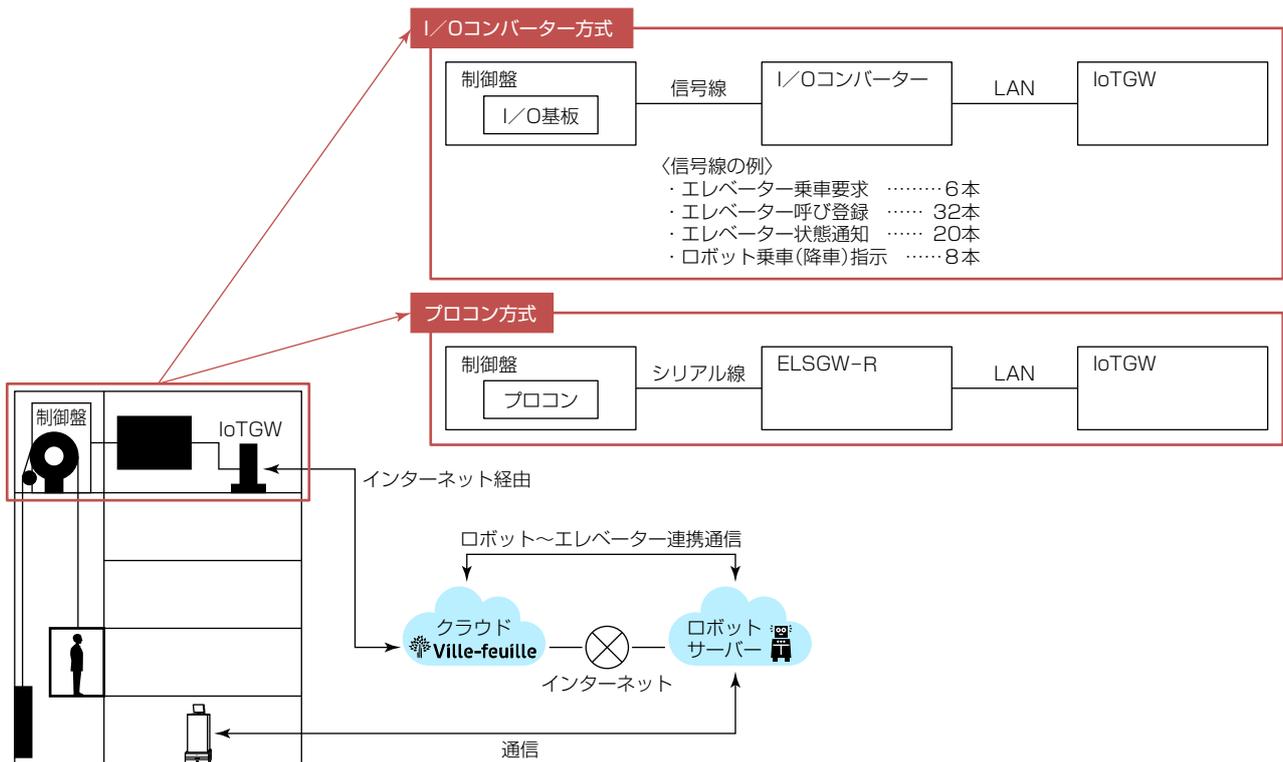


図3. Ville-feuilleを接続するシステム構成の相違点

表1. 特徴の比較

	I/Oコンバーター方式：従来	プロコン方式：今回開発
機器	<ul style="list-style-type: none"> ・I/Oコンバーター ・物件ごと検討した制御盤内追加機器(I/O基板) ・信号数分の配線 	<ul style="list-style-type: none"> ・ELSGW-R ・全物件同一の制御盤内追加機器(プロコン) ・シリアル通信ケーブル
ソフトウェア	変更大	変更小

4. ロボット連携に対応したエレベーター用の運転

ロボット連携に対応したエレベーター用の運転として“ロボット専用運転”と“人とロボットの同乗運転”を開発した。

ロボットがエレベーターを専用で使用する“ロボット専用運転”では、ロボットから配車リクエストを受けて選択されたエレベーターは、まずエレベーター内の人の行き先ボタン登録に全て応答する。このとき、登録済みの行き先ボタンを解除することはない。これには二つの理由がある。一つ目は、エレベーター内の人の運行を優先するためである。ロボットからの配車リクエストがあった場合でも、通常と変わらないエレベーター運行を行うことで、人に違和感を覚えさせないようにしている。二つ目は、人とロボットの干渉を未然に防ぐためである。エレベーター内の行き先ボタン登録を優先することで、目的のフロアに人を降ろして、エレベーターの中に人が取り残されることを防ぐ。その結果、人とロボットが鉢合わせる可能性を下げ、接触事故を低減する。人を目的のフロアに送り届けた後、ロボットの出発階にエレベーターを走行させ、ロボット乗車～降車まで、ロボット専用でエレベーターは動作する。このように、人とロボットの干渉が最小限になるように制御しており、人の安全性を第一に考えた動きになっている。

一方“人とロボットの同乗運転”は、図4のように人とロボットが同時に乗車することを前提としている。ロボットから配車リクエストを受けると、通常のエレベーター運行の中でロボットの出発階から行き先階に移動できるように、人の呼びと独立してロボット用の呼びを作る仕組みである。ロボット用の呼びを作成するタイミングは、運行効率の観点から大変重要である。エレベーターの位置・走行方向・ドアの開閉状態などの情報を駆使し、状況によってはロボットからの呼び登録タイミングをエレベーター側で追加制御することで、運行効率を極力落とさないよう調整している。このように、エレベーター側でロボット連携用の信号を能動的に補正するような作りをすることで、エレベーターとロボット間の通信を簡素化し、エレベーターとロボットの連携ハードルを下げることに寄与した。このシステムでは人も通常どおり利用

できるため, “ロボット専用運転”と比較してエレベーターの運行効率を低下させることなく, ロボット連携することが可能である。既に稼働しているビルへの導入を考えて, 可能な限りエレベーターの運行効率を下げることなく連携できる点で優位性を持つ。



図4. エレベーターへの人とロボットの同乗(イメージ図)

これら“ロボット専用運転”と“人とロボットの同乗運転”との比較を表2に示す。それぞれ動作は異なるが, 各仕様で, エレベーターとロボット間の通信プロトコル及びエレベーターの動作を規格化したという点では共通している。物件ごとの対応と比較すると, ロボットメーカーとしてはより安全・迅速に, ビルオーナーとしてはより信頼でき・安価にエレベーターとロボットの連携を実現できる。

表2. “ロボット専用運転”と“人とロボットの同乗運転”との比較

	ロボット専用運転	人とロボットの同乗運転
機能	人が同乗できない専用運転を実施し, ロボットを出発階から行き先階まで移動させる。	人との同乗を前提に, 通常のエレベーター運行の中で, ロボットを出発階から行き先階まで移動させる。
特徴	ロボットから配車リクエストを受けた際, まずエレベーター内の人の行き先ボタン登録を優先する。全て応答完了してからロボット専用運転へ移行するため, 人と干渉する可能性が低い。	エレベーター側で呼び登録のタイミングを制御し, 運行効率を極力落とさないよう調整する。
利点	人への安全性に優れている。	ロボットによる運行効率低下を低減できる。

5. む す び

労働人口の減少や新型コロナウイルス感染症による非接触などの背景から, エレベーターを利用したフロア間のロボット移動のニーズは高まっており, このニーズは新設ビルだけでなく既設ビルにも同様に高まることが予想される。後付けに特化したMEBSのシステムは, ビルとロボットの親和性を高めるだけでなく, 既設ビルへの付加価値向上の観点でも貢献できる。また, “ロボット専用運転”“人とロボットの同乗運転”の適用拡大を検討することで, 更なるロボットフレンドリーな環境構築を支援する。エレベーター内での人とロボットの共存に向けて, 実証実験を継続的に実施し, 安全性や運行効率の向上などの改善に努める。

今後もMEBSは, ビル設備に関する様々な顧客のニーズに対応するため, 最適なソリューションの研究開発・提供を行うとともに, 安全・安心・快適なビル空間の創造に貢献する。

参 考 文 献

- (1) 根岸啓吾, ほか: “Ville-feuille”スマートシティ・ビルIoTプラットフォーム, 三菱電機技報, 95, No.10, 638~641 (2021)